

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra geoinformatiky

Rostislav Néték

Webová kartografie
—
specifika tvorby interaktivních map na webu

Olomouc 2020

Webová kartografie – specifika tvorby interaktivních map na webu

Autor	Mgr. Rostislav Nétek, Ph.D.
Oponenti	doc. Ing. Jiří Cajthaml, Ph.D., doc. Ing. et Mgr. Otakar Čerba, Ph.D.
Výkonný redaktor	Mgr. Miriam Delongová
Odpovědný redaktor	Mgr. Jiří Slavík
Obálka a sazba	Mgr. Jakub Koníček
Technická redakce	Mgr. Rostislav Nétek, Ph.D.

Vydala Univerzita Palackého v Olomouci, Křížkovského 8, 771 47 Olomouc, pro Katedru geoinformatiky jako její 84. publikaci.

Vytiskl powerprint, s. r. o., Brandejsovo nám. 1219/1, 165 00, Praha-Suchdol.

Publikace neprošla redakční jazykovou úpravou ve vydavatelství.

Publikace z produkce Univerzity Palackého v Olomouci je možno zakoupit prostřednictvím www.e-shop.upol.cz

Neoprávněné užití tohoto díla je porušením autorských práv a může zakládat občanskoprávní, správněprávní, popř. trestněprávní odpovědnost.

Publikace byla zpracována jako součást řešení cílů projektu Grantové agentury ČR 18-12166S „Prostorová diferenciacie a vizualizace geodemografických procesů se zaměřením na domácnosti ve stárnoucí populaci České republiky“.

1. vydání

© Rostislav Nétek, 2020

© Univerzita Palackého v Olomouci, 2020

ISBN: 978-80-244-5827-4

VUP: 2020/0407

DOI: 10.5507/prf.20.24458274

<h1>Obsah

</h1>

Úvod	7
1 Motivace.....	9
2 Vymezení pojmů.....	11
2.1 Kartografie	12
2.2 Geoinformatika, geografický informační systém.....	13
2.3 Internet, World Wide Web.....	14
2.4 Webová mapa (web map, web mapping)	15
2.5 Webová kartografie (web cartography).....	17
2.6 Webový GIS (WebGIS)	19
2.7 Geovizualizace (geovisualization)	20
2.8 Interaktivita, dynamika	21
2.9 Mapový portál, mapová aplikace, mapový server	27
3 Milníky webové kartografie.....	29
4 Vliv internetu na současnou kartografii	33
5 Obecné předpoklady zobrazení dat na webu	37
5.1 Digitální forma.....	37
5.2 Obrazovka a webový prohlížeč jako zobrazovací médium	39
5.3 Barevné schéma.....	41
5.4 Vektorová a rastrová grafika	43
6 Kartografické aspekty webových map.....	45
6.1 Konstrukční základy	45
6.1.1 Kartografické zobrazení (cartographic projection)	46
6.1.2 Souřadnicové systémy (coordinate reference system)	50
6.1.3 Orientace	52
6.1.4 Úroveň měřítka (zoom level).....	53

6.2	Konvenční formy kompozičních prvků.....	57
6.2.1	Název mapy.....	58
6.2.2	Mapové pole.....	59
6.2.3	Legenda.....	61
6.2.4	Měřítko.....	64
6.2.5	Tiráž.....	65
6.2.6	Nadstavbové prvky.....	65
6.3	Specifické formy kompozičních prvků.....	67
6.3.1	Ovládací prvky.....	67
6.3.2	Menu.....	70
6.3.3	Vyhledávání.....	71
6.3.4	Vyskakovací okno (pop-up).....	72
6.3.5	Postranní panel (sidebar).....	75
6.4	Celková kompozice mapy.....	76
6.4.1	Porovnání dvou map (swipe).....	78
6.4.2	Mapy s příběhem (storytelling maps).....	78
6.4.3	Vliv vizuální hierarchie.....	79
6.5	Vyjadřovací prostředky.....	80
6.5.1	Bodové znaky.....	81
6.5.2	Liniové znaky.....	82
6.5.3	Plošné znaky.....	83
6.5.4	Multimédia.....	84
6.6	Specifické aspekty vyjadřovacích prostředků.....	86
6.6.1	Rastr (šrafa).....	86
6.6.2	Barva.....	88
6.6.3	Písmo.....	89
6.6.4	Okraj znaku a písma.....	92
6.6.5	Průhlednost.....	94
6.6.6	Animace znaku.....	94
6.6.7	Webové efekty vyjadřovacích prostředků.....	95
6.7	Vybrané vyjadřovací metody.....	96
6.7.1	Metoda bodových znaků.....	97
6.7.2	Metoda liniových znaků.....	100
6.7.3	Metoda plošných znaků.....	101
6.7.4	Metoda teček.....	102
6.7.5	Metoda izolíní.....	105
6.7.6	Kartogram.....	106
6.7.7	Dasymetrická metoda.....	107
6.7.8	Kartodiagram.....	108

6.7.9	Grid	112
6.7.10	Metoda intenzity jevu (heat-map).....	115
6.7.11	Shlukování (clustering).....	118
7	Technologické aspekty webových map	120
7.1	Princip komunikace klient-server	120
7.2	Programovací jazyky	124
7.3	Servisně orientovaná architektura	125
7.4	Cloud computing	126
7.5	Optimalizace pro mobilní zařízení	127
8	Legislativní a ekonomické aspekty webových map	132
8.1	Otevřenost a dostupnost	132
8.2	Autorské právo a licence	135
8.3	Business modely	137
8.4	Standardizace, interoperabilita.....	140
9	Datové aspekty webových map.....	143
9.1	Podkladové vs tematické vrstvy.....	144
9.1.1	Podkladové mapy.....	145
9.1.2	Tematické vrstvy.....	150
9.2	Publikování dat	151
9.2.1	Souborové formáty dat (vstupní)	151
9.2.2	Prostorové databáze.....	151
9.2.3	Serverová řešení.....	152
9.3	Konzumace dat.....	154
9.3.1	Přístupy k datům.....	154
9.3.2	Souborové formáty dat (výstupní)	156
9.3.3	Webové mapové služby.....	163
10	Softwarové aspekty (mapové knihovny)	168
10.1	Koncové produkty	170
10.2	Otevřená řešení	171
10.3	API.....	172
10.4	Cloudová řešení.....	174
11	Závěr	177
	Zdroje literatury.....	179
	Poděkování	192
	O autorovi.....	193

Think before you click

<h1>Úvod

</h1>

Kartografie prošla v posledních desetiletích turbulentním vývojem. Doslova revoluci přinesl nástup digitálních technologií v druhé polovině 20. století, který odstartoval rutinní zpracování a posléze i publikování kartografických výstupů v digitálním prostředí. S enormním rozvojem internetu v poslední dekádě 20. století se začínají mapové výstupy prosazovat také v prostředí sítě World Wide Web, aby se přibližně za 30 let své existence prosadily natolik, že dnes jsou webové mapové aplikace nedílnou součástí každodenních návyků miliónů uživatelů po celém světě.

Obdobně, jako se řídí tvorba konvenčních mapových výstupů jasně danými kartografickými pravidly, i mapová řešení v prostředí internetu musí splňovat určité zákonitosti a požadavky. Webová kartografie je disciplínou moderní a progresivní, nicméně vycházející z tradičního oboru kartografie s již ustálenými pravidly. Respektující předchozí myšlenku, zásadním předpokladem pro autora i čtenáře této publikace je uvědomění si faktu, že webová kartografie je specifickou dílčí oblastí kartografie jako takové. Jinak řečeno, webová kartografie je podmnožinou kartografie, proto z ní musí vycházet, musí respektovat její obecná pravidla. **Hlavním cílem předkládané publikace je postihnout specifika a odlišnosti kartografie webové, demonstrovat ji jako komplexní průnikovou oblast respektovaných vědních disciplín, využít benefitů, které platforma internetu uživatelům map přináší. To vše při jasném respektování fundamentálních pravidel a zákonitostí obecné kartografie, které nesmí být opomíjeny.**

Publikace je rozdělena do dvou hlavních oblastí. První čistě teoretická část, přináší jednoznačné vymezení pojmů a uvedení do čtenáře kontextu. Druhá část publikace popisuje jednotlivé aspekty webové kartografie, včetně pilířů pro vlastní tvorbu mapových aplikací: data a knihovny.

Tato publikace si klade za cíl, **jako první dílo na trhu, komplexně postihnout a popsat aspekty a principy webové kartografie.** I přes neoddiskutovatelné uplatnění a enormní rozšíření map na internetu, je webová kartografie v odborných kruzích po teoretické stránce opomíjena. Většina aktuálně dostupných publikací, příspěvků či konferencí je věnována spíše aplikačním výsledkům, soustředí se na úzce zaměřenou oblast, případně se jedná o soubor na sebe nenavazujících témat či případových studií.

Předkládaná publikace je koncipována jako soubor pravidel, zásad, doporučení a metod pro autory webových map. Neobsahuje žádný konkrétní návod na vývoj a programování mapového díla. Obsahuje naopak nutné předpoklady, které by si autor (vývojář) měl osvojit ještě před započatím vývoje mapové aplikace. Čtenář této monografie, by se po jejím prostudování měl jednoznačně orientovat v aspektech a principech webové kartografie, správně pojmenovávat dané termíny, a v neposlední řadě by měl pochopit celý proces tvorby mapy s veškerými náležitostmi. Tvorba jakéhokoliv kartografického díla, webové mapové aplikace obzvláště, zdaleka není jen o fázi vývoje a nasazení – začíná dlouho před vlastní realizací první myšlenkou, a zdaleka nekončí spuštěním aplikace na internetu.

Obsah publikace pedagogicky rozšiřuje značné množství doplňujících informací. V publikaci jsou vizuálně odlišené formou „poznámek“, které by měly čtenáři podat hlubší kontext a motivovací pro další studium. Jedná se především o doporučenou literaturu v rámci dílčích kapitol, případové studie a ukázky konkrétních řešení či aplikací. Vzhledem ke značnému množství odkazů, které nelze v tištěné publikaci obratně využívat, jsou doplňkové materiály k této publikaci dostupné na webové stránce <https://webova.kartografie.upol.cz>. Vedle autorského seznamu více než 230 mapových aplikací, se jedná především o výpis poznámek pod čarou - odkazů v digitálním prostředí, pro jejich jednodušší zobrazení.

1 Motivace

Při tvorbě webových mapových projektů se v praxi setkáváme se třemi obvyklými přístupy s ohledem na příslušnost jejich autorů: kartografickým, programátorským a tematickým.

Zástupci první skupiny jako odborníci z oblasti kartografie, geoinformatiky či geomatiky disponují kartografickým vzděláním, rutinně kartografická pravidla uplatňují a respektují. Mají dostatečné informatické znalosti, ale co se týče programování, vývoje aplikací či přehledu v oblasti trendů a technologií obecného IT, mohou zaostávat za kvalitami ryzích programátorů. Specifickým segmentem jsou zastánci „analogové kartografie“, typicky zástupci starší generace, kteří webovou kartografií považují za okrajovou záležitost, bez uvědomění si jejich specifík vyplývajících z odlišné platformy.

Na druhé straně spektra lze sledovat přístup, kdy autory jsou vývojáři zpravidla s vyšším informatickým vzděláním (programátoři, vývojáři, IT odborníci), kteří však nerespektují ani principiální kartografické zásady, o jejich existenci reálně nemají tušení¹. V praxi jsou schopni vytvořit precizní dílo po technické i grafické stránce, zpravidla rychleji a kvalitněji než zástupce první skupiny, avšak postrádající základní pravidla a principy tvorby mapových výstupů. Jak trefně uvádí Kozáková (2005) „zvládnutí ovládnutí vysoce specializovaného softwaru nezaručuje, že mapy v něm vytvořené jsou automaticky správné“. Stejným způsobem lze nahlížet na odborníky v oblasti grafiky a (web)designu, kteří se zaměřují na vizuální stránku.

Poslední skupinou jsou tzv. tematici – odborníci na specifickou oblast (geologie, geomorfologie, klimatologie, regionální či socioekonomická geografie, politologie atd.), kteří mapové výstupy dostupné skrze internet považují za efektivní i efektivní prezentační nástroj. Zástupci této skupiny jsou fundovaní odborníci na svou oblast, avšak postrádají potřebné kartografické i informatické dovednosti. Především neznalost vhodných metod (nechuť k osvojení si nových prostředí či typický odpor k programování) představuje největší překážku při tvorbě kvalitních mapových výstupů. Autoři často preferují nejjednodušší variantu pomocí „klikacích“ nástrojů či šablon, které při nesprávné volbě mohou degradovat interpretaci zobrazovaného obsahu.

Hlavní motivací autora pro sepsání předkládané monografie byla sumarizace všech nabytých poznatků, kterým se dlouhodobě věnuje na akademické i komerční úrovni. Jedná o průnik

1 Tzv. Dunning-Krugerův efekt: dotyčný neví, že neví, že neví

dvou oblastí, řešené problémy leží na pomezí kartografie a tvorby webu (webdesignu). Autor dlouhodobě zastává názor, že obě zmiňované oblasti se musí doplňovat, musejí dbát na vzájemnou synergii, využívat z obou oblastí to nejlepší a dlouhodobě spolupracovat. Pokud by kartografie striktně lpěla jen na zásadách užívaných pro tradiční mapové výstupy, nepřijímala by podněty a nereagovala natrendy zvenčí, mohla by nastat situace, kdy mapové výstupy začnou zpracovávat „nekartografové“. Tento trend může vyústit v demokratizaci kartografie (Rød a kol., 2001; Butler, 2006), avšak v negativním smyslu. Druhým extrémem je situace, kdy mapovou aplikaci vytvoří vývojář bez znalostí kartografických zásad. V lepším případě výsledek poruší kartografická či grafická pravidla (absolutní hodnoty v kartogramu, nevhodné intervaly legendy apod.), v horším případě může vést k nevhodné interpretaci až dezinterpretaci dat. Jakákoliv z těchto variant samozřejmě vrhá negativní světlo pouze a jen zpět na obor kartografie, a je efektivnější jim předcházet.

Je fascinující, že **produkty webové kartografie dnes denně používají milióny uživatelů**. Jen řešení Google Maps využívá více než jedna miliarda uživatelů měsíčně (Google Maps Platform, 2020), česká aplikace Mapy.cz má návštěvnost okolo 20 000 000 uživatelů měsíčně (Similarweb, 2020). Produkty webové kartografie lze využít napříč různými obory a zájmy od turistiky, přes ekonomiku, po průmysl a zemědělství. Stále častěji nacházejí uplatnění také v krizovém managementu. Namátkou, v sezóně hurikánů se počet unikátních návštěvníků aplikace Windy pohybuje kolem 6 000 000 denně (Sedlák, 2018), aktualizaci Mapy.cz pro trasování potencionálně koronavirem nakažených uživatelů si za měsíc od spuštění stáhlo jen v Česku více než milión unikátních uživatelů (Zwrtková, 2020). Rychlost a efektivita předání informace webové mapy oproti konvenčnímu výtisku je nezpochybnitelná. Z pohledu popularity a dostupnosti mezi čtenáři map, webové mapy zdaleka překonaly mapy analogové, proto je v kartografii jako vědním oboru nelze ignorovat. Autor publikace je přesvědčen, že zástupci kartografie a geoinformatiky by aktivně (avšak kriticky) měli sledovat a přijímat trendy, a naopak aktivně šířit osvětu, jít příkladem, více promovat své výstupy, zvýšit povědomí veřejného mínění. Skromným přáním autora je, aby následující kapitoly k výše uvedenému přispěly.

Publikace si klade za cíl:

- **demonstrovat webovou kartografii jako komplexní průnikovou oblast respektovaných vědních disciplín,**
- **ukotvit ji jako svébytnou a plnohodnotnou součást vědního oboru kartografie,**
- **stanovit odlišnosti a specifika vůči oblasti tradiční kartografie.**

Proto oslovuje výše uvedené skupiny, s cílem předat jim chybějící informace v celkovém kontextu:

- **Kartografům:** stanovit kontext celého vývoje mapové aplikace, s cílem eliminace opomíjení nemapových aspektů a fáze mimo vlastní vývoj.
- **Vývojářům:** předat základní kartografické principy a pravidla.
- **Tematikům:** předat komplexní soubor pravidel a metod pro tvorbu mapových výstupů.
- **Všem skupinám:** jasně definovat a předložit specifika webové kartografie oproti kartografii analogové, avšak při deklarování příslušnosti k vědní disciplíně kartografie.

2 Vymezení pojmů

Podobně jako digitální revoluce v druhé polovině minulého století transformovala kartografii, kdy tradiční analogové postupy tvorby map byly nahrazeny postupy digitálními, změnil i příchod internetu (respektive služby World Wide Web) na začátku 90. let 20. století způsob vytváření, publikování a konzumace mapových výstupů. Současná kartografie nachází stále více nástrojů ve službách internetu, současná generace uživatelů je připojena k síti prakticky neustále. V odborné i laické literatuře předkládaného tématu se lze setkat s pojmy „webová kartografie“, „webové mapování“ či „geovizualizace“, které se sice částečně překrývají, ale zároveň je definují jisté odlišnosti. Proto je potřeba nejprve jasně vymezit jednotlivé pojmy. Tato **práce operuje primárně s termínem „webová kartografie“, jako části kartografie zahrnující komplexní proces tvorby kartografického výstupu, dostupného skrze službu World Wide Web.** Komplexním procesem kartografické tvorby se rozumějí fáze od návrhu, přes vývoj, implementaci a sdílení, až po vlastní užívání kartografických děl na webu.

I přes enormní úsilí Terminologické komise VÚGTK pod vedením doc. Šímy, vedoucí k existenci unikátního Terminologického slovníku zeměměřičství a katastru nemovitostí (VÚGTK, 2020), existují dlouhodobě mezi zástupci jednotlivých kartografických škol různé pohledy a nejednoznačné definice vybraných pojmů² (Šíma 2015).

<!-- Definici stovek odborných pojmů v kartografii a příbuzných oblastech (primárně v češtině) podává Terminologický slovník zeměměřičství a katastru nemovitostí³ (VÚGTK, 2020).

V zahraniční literatuře lze nalézt definice v digitální verzi GIS&T Body of Knowledge (UCGIS, 2020). GIS&T Body of Knowledge⁴, vydávaný University Consortium for Geographic Information Science, lze aktuálně považovat za nejkompaktnější fundovaný zdroj v oboru geoinformačních systémů, technologií a geovizualizace. -->

2 Typicky definice pojmu geoinformatika vs. geomatika. Detailně popisuje Šíma (2015) v příspěvku „Ožehavé problémy normalizace a užívání české terminologie v geoinformatice“.

3 <https://www.vugtk.cz/slovník/>

4 <https://gistbok.ucgis.org/>

Vzhledem k afilaci autora publikace k Univerzitě Palackého v Olomouci⁵, je příslušnost předložené monografie jasně deklarována k „olomoucké kartografické škole“, rozvíjené od roku 1990 profesorem Vítem Voženílkem a jeho spolupracovníky. I přesto, že cílem práce je podat co nejvíce objektivní a univerzální popis zkoumané oblasti, vycházející z podrobné rešerše napříč řadou českých i zahraničních autorů, primárním zdrojem kartografické teorie jsou práce prof. Voženílka a doc. Kaňoka (Voženílek, Kaňok a kol., 2011; Voženílek, 2005). Důvodem tohoto rozhodnutí je jednoznačná a konzistentní opora ve formulování a výkladu definic kartografických pojmů a následně především v uplatňování obecných kartografických zásad a pravidel.

</h2> 2.1 Kartografie

</h2>

Pokud předkládaná publikace operuje se specifickým termínem „webová kartografie“ je potřeba nejprve vymezit obecnou definici kartografie jako nadřazený obecný pojem, a následně konkretizovat dílčí oblast. Kartografie byla uznána jako svébytná vědní disciplína radou Organizace spojených národů (OSN) v roce 1949 (United Nations, 1949). V obecné rovině se řada definic pojmu kartografie shoduje na vědním oboru zabývajícím se tvorbou map, nicméně u jednotlivých autorů lze pochopitelně sledovat jisté odlišnosti.

Voženílek, Kaňok a kol. (2011) kartografii chápou jako „vědu, technologii, i umění vytváření map, včetně jejich studia jako vědeckých dokumentů i uměleckých prací“. Autoři dále dodávají, že za mapy mohou být považovány všechny typy map zobrazující Zemi nebo nebeskou sféru v jakémkoliv měřítku. Analogickou definici užívá také Mezinárodní kartografická asociace (angl. International Cartographic Association – ICA), uvádějící, že kartografie je: „disciplína zabývající se uměním, vědou a technologií tvorby a používání map“ (Schmidt 2014)⁶. ICA dodává, že **kartografie je také o procesu reprezentace, mapě samotné, ve výsledku jde o ucelený proces tvorby mapy.**

<!-- Mezinárodní kartografická asociace (ICA) na svém webu⁷ publikuje vedle své mise a konkrétních cílů mj. vlastní definice pojmů kartografie, mapa a GIScience. -->

Terminologický slovník zeměměřičství a katastru nemovitostí (VÚGTK, 2020) uvádí pro pojem kartografie definice dvě: 1) vědní a technický obor zabývající se zobrazováním Země, kosmu, kosmických těles a jejich částí, objektů a jevů na nich a jejich vztahů ve formě kartografických děl; 2) soubor činností při zpracování a využívání kartografických děl. OSN chápe kartografii jako „vědu o sestavování map všech druhů, která zahrnuje veškeré operace od počátečního vyměřování až po vydání hotové produkce“ (United Nations, 1949). Pojem kartografie je ukotven také v českých technických normách jako „vědní obor zabývající se znázorněním zemského povrchu a nebeských těles a objektů, jevů na nich a jejich vztahů ve formě kartografického díla a dále soubor činností při zpracování a využívání map“ (ČSN, 1984).

Z pohledu předkládané publikace je zásadní fakt, že se jedná o komplexní proces orientovaný nejen na vlastní tvorbu mapového výstupu, ale i na procesy přípravy či využívání map ve smyslu koncepce map-use. Je potřeba zdůraznit, že žádná z definic nelimituje kartografii konkrétní formou provedení (např. jen analogové provedení). Kartografie se opírá o obecné koncepty, metody a zásady bez ohledu na použitou platformu, naopak předpokládá alternativní formy realizace

5 Autor absolvoval magisterské i doktorské studium na Katedře geoinformatiky, Přírodovědecké fakulty, Univerzity Palackého v Olomouci. Momentálně na stejném pracovišti pracuje jako odborný asistent se specializací na webovou kartografii a geoinformační technologie.

6 „the discipline dealing with the art, science and technology of making and using maps“

7 <https://icaci.org/mission/>

(glóbus, digitální provedení, virtuální realita aj.). Za zamýšlení stojí příspěvek bývalého prezidenta ICA Georga Gartnera (Gartner, 2013), rozvažující o redefinici pojmů kartografie a mapa⁸ ve světle současných metod a technologií.

<!-- Přehled různého pojetí definic kartografie či mapy od různých autorů podává „Multimediální učebnice kartografie a geoinformatiky“⁹ (Konečný a kol., 2005). -->

-->

<h2> 2.2 Geoinformatika, geografický informační systém

</h2>

Využití principů geoinformatiky, geografických informačních systémů (GIS) a geoinformačních technologií (GIT) je dnes již nedílnou součástí oboru kartografie. Geoinformatika je obor kombinující principy prostorových dat a infromatických nástrojů, využívající geoinformačních systémů, respektive technologií. Podle Rapanta (2009) je geoinformatika „*vědecký a technický interdisciplinární obor, zabývající se studiem vlastností, chování a vzájemných interakcí prostorových objektů, jevů a procesů prostřednictvím jejich digitálních modelů a s využitím informačních a geoinformačních technologií*“.

Zatímco geoinformatiku je potřeba uvažovat jako obor v obecném slova smyslu, konkrétní postupy a principy přináší koncept geografického informačního systému. GIS oproti principu konvenčních informačních systémů (IS) umožňuje pracovat s prostorovými daty, respektive na práci s prostorovou složkou je založen. Podle Voženílka (1998) se jedná o „*organizovaný, počítačově založený systém hardwaru, softwaru a geografických informací vyvinutý ke vstupu, správě, analytickému zpracování a prezentaci prostorových dat s důrazem na jejich prostorové analýzy*“.

Geoinformační technologie jsou potom konkrétní nástroje a technologie umožňující využití GIS. Rapant (2009) definuje GIT jako „specifické informační technologie určené pro zpracování geodat a geoinformací, jejich získáváním počínaje a vizualizací konče“.

V anglicky mluvících zemích je obecně přijímán pojem geografická informační věda – Geographic Information Science (GIScience) jako více obecný kontext pro práci s prostorovými daty – technologií počínaje, přes správu, zpracování a vizualizaci, obchodními aspekty konče (Goodchild, 2009). Podle ICA (Schmidt, 2014)¹⁰ GIScience „*odkazuje na vědecký kontext zpracování a správy prostorových informací, včetně souvisejících technologií, obchodních, sociálních a environmentálních důsledků. Zpracování a správa informací zahrnují analýzu a transformaci dat, správu dat a vizualizaci informací*“. Slovník VÚGTK (2020) definuje geoinformační vědu jako „*multidisciplinární vědní obor zajišťující rozvoj geoinformačních technologií*“.

Mimo ojedinělé výjimky (ruční tvorba, historická díla, umělecká díla apod.) lze v praxi sledovat prakticky u každého nově vznikajícího mapového díla využití geografických informačních systémů a technologií alespoň v minimální míře, neboť značně zefektivňují kartografické práce. Je však potřeba mít stále na paměti pomyslnou rovnici „kartografie ≠ GIS/GIT“, dokonce GIS/GIT není ani čistou podmnožinou kartografie. Reálně se jedná „pouze“ o nástroje umožňující práci s prostorovými daty a následně tvorbu mapových výstupů.

8 Původně definovaných ICA v 70. letech 20. století

9 <https://ucebnice.geogr.muni.cz/kartografie/obsah.php?show=11>

10 „GIScience refers to the scientific context of spatial information processing and management, including associated technology as well as commercial, social and environmental implications. Information processing and management include data analysis and transformations, data management and information visualisation“

</h2> 2.3 Internet, World Wide Web

Pojmy „internet“ a „World Wide Web“ jsou v laické i odborné literatuře často zaměňovány. Z podstaty věci se však jedná o zcela odlišné pojmy. Principiálně lze **internet definovat jako infrastrukturu – globální síť poskytující řadu služeb, z nichž pouze jedna konkrétní služba je World Wide Web.**

Internet je celosvětová mezinárodní počítačová síť, respektive systém vzájemně propojených počítačových sítí (tzv. síť sítí), které mají různé vlastníky či správce. Jedná se o decentralizovanou globální síť, internet jako takový nemá majitele. Principem je vzájemné propojení jednotlivých uzlů (počítač, server, tiskárna, router či jiné specializované zařízení) s cílem vzájemné komunikace a výměny dat¹¹. Zásadní charakteristikou internetu je poskytování řady služeb: World Wide Web, e-mail, telefonická komunikace (VoIP – Voice over Internet Protocol), přenos souborů (FTP – File Transfer Protocol), systém doménových jmen (DNS – Domain Name System) apod. Konkrétní služby jsou zajišťovány specifickými programy a jejich vzájemná komunikace je umožněna na základě definovaných protokolů.

World Wide Web (WWW, zkráceně jen „web“) je pouze jednou z několika dostupných služeb poskytovaných prostřednictvím sítě internet. Umožňuje prohlížení, ukládání a odkazování dokumentů formou webových stránek. WWW byl vytvořen s cílem usnadnit výměnu a šíření informací prostřednictvím internetu¹². Pro přenos informací využívá síťové architektury klient-server a značkovacího jazyku HTML (Hypertext Markup Language), obsah zapsaný v jazyce HTML je zobrazen uživateli pomocí webového prohlížeče do grafické formy. Vlastní komunikaci zajišťuje protokol HTTP (HTTPS).

<!-- Projekt „Jak na internet“¹³(CZ.NIC, 2020), představuje popularizační (avšak obsahově i vizuálně kvalitní) formou témata historie či struktury internetu, jeho služeb či domén, včetně multimediální studijních materiálů.

Historii a zásadní milníky webu přináší článek „30 let webu“¹⁴ (Houser, 2020).

-->

Ač byl web původně navržen pro statický přenos textových, případně jednoduchých obrazových informací, dnes se stále více prosazují informace multimediální či prostorové. Dochází k zásadním změnám tvorby, využívání, šíření a sdílení informací na webu. Pojmy Web 2.0 nebo 3.0 (či dokonce 4.0) neodkazují na vývojovou verzi či specifikaci World Wide Web, jak je tomu obvyklé při distribuci softwarů, ale značí odlišný přístup k vývoji a využívání webových aplikací a obsahu webu. V odborné literatuře lze občas spatřit tendence o analogické číslování etap v diskutované oblasti (Web Mapping 2.0 viz kapitola 2.4; WebGIS 2.0 viz kapitola 2.6), nicméně v praxi se jedná spíše o ojedinelé pokusy, které nejsou obecně přijímány ani rozšířeny.

Trvale statický obsah typický pro první éru, byl nahrazen sdílením obsahu a přizpůsobením obsahu uživateli. Pojem **Web 2.0** byl použit poprvé v roce 1999 (DiNucci, 1999). I když se různé definice Web 2.0 v některých detailech liší, jedná se o všeobecně přijaté a užívané řešení (Zbieczuk,

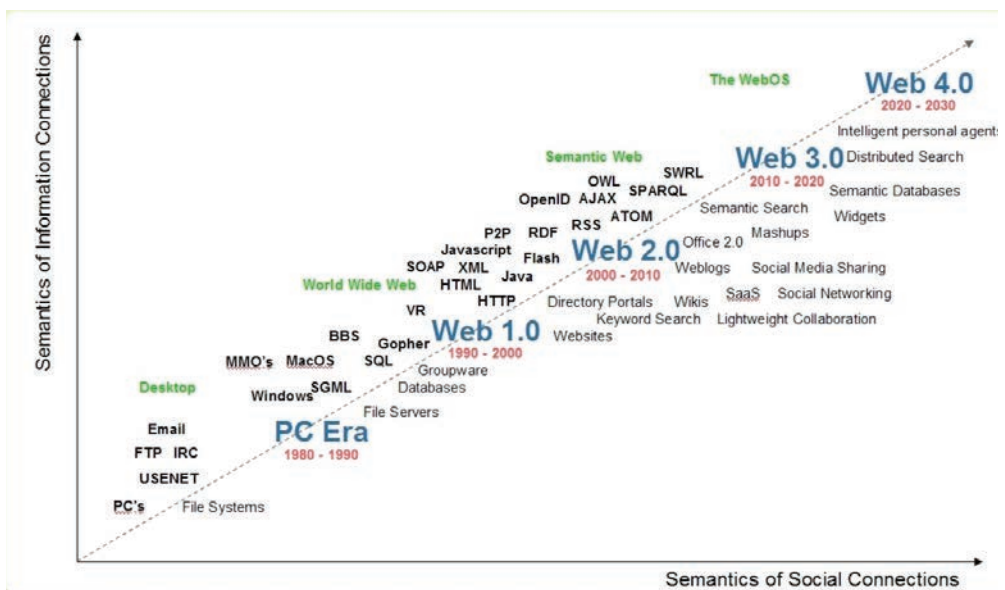
11 Předchůdcem internetu byla síť Arpanet, vznikla v roce 1969 a propojovala čtyři americké univerzity.

12 Tim Berners-Lee navrhl v roce 1990 jazyk HTML, protokol HTTP a první prohlížeč WorldWideWeb. V roce 1994 založil následně World Wide Web Consortium (W3C) pro vývoj a udržování standardů na webu.

13 <https://www.jaknainternet.cz/>

14 <https://sciencemag.cz/30-let-webu/>

2007). Charakteristickým aspektem je vtáhnutí uživatele do tvorby obsahu, pevný obsah webových stránek je nahrazen prostorem pro sdílení a společnou tvorbu obsahu. Fu a kol. (2011) definuje pojem Web 2.0 jako kombinaci tří prvků: obsah vytvářený uživateli, internet jako platformu a zapojení multimediálních elementů. Jiné názory rozšiřují tento pohled o přizpůsobení obsahu uživateli (personalizace), sdílení aplikací (roli cloud computingu) a orientace na mobilní zařízení (Zbiejczuk, 2007; Fu a kol., 2011). Z pohledu mapových aplikací je potřeba zmínit pojem „mashup“ jako charakteristický prvek etapy 2.0. Mashup přináší kombinaci více zdrojů za účelem přidání hodnoty výsledného produktu, typicky propojení různých datových vrstev pomocí API, widgetů či pluginů třetích stran apod. O prosazení myšlenky Web 3.0 se prosadil Tim Berners-Lee (Berners-Lee, 2001), když v roce 2001 publikoval svůj návrh sémantického webu (Williams, 2012). Vedle orientace na sémantiku zdrojového kódu či mikroformáty, Web 3.0 plně upřednostňuje přístup z mobilních zařízení (tzv. mobile-first), zahrnuje umělou inteligenci, data-mining či machine learning. Je třeba si uvědomit, že obor webové kartografie vždy s drobnou prodlevou kopíruje uvedené etapy (Obrázek 1). Po stránce koncepční v čase přejímá a opouští zmíněné strategie (mashup, widgety, cloud computing, mobile-first, sémantika), po stránce technické implementuje a navrhuje konkrétní řešení či technologie (statické HTML, Flash, Java, JavaScript, RSS) – více viz kapitola 3 podávající přehled o zásadních technických milnicích.



Obrázek 1: Evoluce vývoje v oblasti internetu (převzato z Socialmedianewbieblog, 2016)

</>

<h2> 2.4 Webová mapa (web map, web mapping)

</h2>

Tato publikace operuje primárně s termínem webová kartografie označující komplexní proces, detailně viz kapitola 2.5. Především v zahraniční literatuře se často setkáváme s řadou termínů (webová mapa, WebGIS, geovizualizace), které svádějí k záměně, proto je každému pojmu věnována samostatná kapitola s cílem jasného ukotvení.

Je potřeba jednoznačně vymežit, že pojem webová mapa (angl. web map), respektive webové mapování (angl. web mapping), jak ji uvádějí kartografové ve svých publikacích a příspěvcích, řeší pouze samotný produkt – vizuální reprezentaci mapového výstupu a jeho technické provedení. Toto pojetí však nepřistupuje k mapovému dílu koncepčně, neřeší přípravou ani postpublikační

fázi a zpravidla se nevěnuje kartografické teorii, kartografickým zásadám a pravidlům.

V monografii jsou uplatňovány definice dvou základních pojmů. Webová mapa (web map) je mapa ve smyslu produktu dostupného prostřednictvím služby World Wide Web, webové mapování (web mapping) je proces tvorby a používání map v rámci World Wide Web. Webové mapy lze dělit do dvou základních skupin: na statické a interaktivní, přičemž dále lze do dělení zahrnout aspekt dynamiky (viz kapitola 2.8).

Dle jednoho z globálně nejpřijímanějších zdrojů v diskutované oblasti, Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge (Sack 2017), je pojmem webová mapa myšlena „*mapa, která je publikována a zpřístupněna prostřednictvím internetu, obvykle jako součást webové stránky*“. Ve stejném zdroji Dorman (2020) uvádí takřka podobné znění: web map je „*interaktivní zobrazení geografických informací ve formě webové stránky*“ a s příchodem web mapping „*lze geografické informace sdílet, vizualizovat a upravovat v prohlížeči*“. Za největší výhodu považuje dostupnost – webovou mapu si může zobrazit kdokoli, odkudkoli a z jakéhokoliv zařízení, které má internetový prohlížeč a připojení k internetu. Oba autoři shodně využívají dělení webových map na statické a dynamické, zmiňují převážně technické parametry dat a architekturu klient-server. Dorman (2020) uvádí jako „web maps“ konkrétní zdroje např. Google Maps, OpenStreetMap či Earth Weather; Sack (2017) ve výčtu „web mapping platforms“ uvádí mj. Mapbox Studio, CARTO či ArcGIS Online.

Také Köbben a Kraak (2020) se ve svém příspěvku nazvaném přímo „Web Mapping“ orientují primárně na prostředí, ve kterém je mapový výstup dostupný, tedy World Wide Web. Veenendaal a kol. (2017) ve svém obsáhlém zhodnocení tématu web mapping uvádí čtyři originální definice¹⁵, které si však protiřečí a ani sami autoři žádnou nepreferují. Naopak stanovují trojici základních elementů definující podstatu web mapping: geodata a jejich vizualizace (mapa) jako zdroj a výsledek, geoprostorový software jako prostředník a World Wide Web jako platforma. Pro Neumanna (2016) je web mapping „*proces navrhování, implementace, generování a poskytování map na webu*“. Čepický (2008) definuje web mapping jako „*návrh, implementace, tvorba a doručení map pomocí WWW*“.

Mezinárodní kartografická asociace, jako vrcholný globální představitel kartografie, preferuje spíše pojem Maps and Internet, vzhledem k pojmenování své odborné komise „Commission on Maps and the Internet“¹⁶. Stejně pojmenování „Maps and the Internet“ užívá také Peterson (2003) ve stejnojmenné knize. Haklay a kol. (2008) přicházejí s pojmem „**Web Mapping 2.0**“ a také „GeoWeb“ jako protiklad vůči první generaci webových řešení (viz kapitola 3). Pojmenování „Web Mapping 2.0“ odkazuje na vliv tzv. neogeografie (angl. neogeography) označující tehdejší enormní¹⁷ rozšíření a vliv webových mapových řešení typu Google Maps, Google Earth či OpenStreetMap. Pojem „Web Mapping 2.0“ uváděl v několika svých příspěvcích také Gartner (2009, 2001).

15 a) Aktualizace informací a údajů, bezpečnost a autentizace uživatele, sběr formulářů vyplněných uživatelem a přístup k databázím; b) Proces navrhování, implementace, generování a poskytování map na webu; c) Technika využití map, které získává informační systém pro prostorová a geografická data; d) Proces používání map dodaných geografickými informačními systémy (GIS)

16 Současným předsedou (2020) komise je Otakar Čerba ze Západočeské univerzity v Plzni

17 Do kontextu je potřeba uvažovat rok vydání publikace (2008)

Ve zjednodušené, avšak ne zcela korektní, rovnici lze pojem „webová mapa“ označit synonymem „mapa na webu“. Webové mapy jsou striktně vázány na prostředí internetu, resp. webového prohlížeče. Jak uvádí Dorman (2020) minimálně určitá část obsahu či vizualizace je načtena z prostředí webu (datové vrstvy, mapové i nemapové knihovny, fonty apod.) a je na tomto prostředí závislá. Z principu proto nelze vyloučit mapy statického charakteru¹⁸, i když tyto produkty se řídí pravidly konvenční kartografie.

<!-- Podrobnější diskuzi k pojmům „web map“ a „web mapping“ v kontextu současného stavu zkoumané problematiky podává dvojice článků „Review of Web Mapping: Eras, Trends and Directions“ (Veenendaal a kol., 2017)¹⁹ a „Web Mapping and Web Cartography“ (Neumann, 2016), případně kapitola „Web Mapping“²⁰ (Sack, 2017) z encyklopedie GIS&T Body of Knowledge²¹. -->

-->

</h2> 2.5 Webová kartografie (web cartography) </h2>

Přijme-li se skutečnost, že webová kartografie je dílčí disciplínou, je potřeba vycházet z definice obecné kartografie (viz kapitola 2.1). Mimo zmínce o samostatném vědním oboru²² se autoři definic celkem jednoznačně shodují, že se jedná o komplexní proces orientovaný nejen na vlastní tvorbu mapového výstupu, ale i na procesy přípravy či využívání map. Příkladem je popis tvorby kartografického díla jako realizace kartografického projektu s jasně danými činnostmi, zejména rozpracováním cíle mapy, definicí účelu, charakteristikou cílové skupiny apod. (upraveno podle Voženilka, Kaňoka a kol., 2011). Stejným úhlem pohledu je nutné nahlížet na definici samotné webové kartografie. To, **co odlišuje webovou kartografii od kartografie tradiční, je její omezení na web jako médium.**

Podle rozboru v předcházející kapitole se webové mapování zabývá primárně mapou jako produktem, jeho technickým řešením a vizualizací. Webová kartografie však **navíc řeší řadu teoretických aspektů**: uživatelské, legislativní a v neposlední řadě kartografické aspekty. Jedná se o **komplexní proces** – počínaje první nápadem; přes fázi „think before you click“; zamyšlení se nad důvodem, cílem a použitím výsledného produktu včetně volby datových zdrojů a knihoven; dále užíváním map z pohledu uživatele včetně testování až po reflektování kartografických i webových pravidel a zásad. Opomenout nelze ani fázi publikování, dále šíření produktu po síti a s tím spjatý přesah do marketingu.

Velmi vhodně pojmenovává rozdíl mezi webovou mapou a webovou kartografií ve svém díle Neumann (2016): „zatímco web mapping se primárně zabývá technologickými problémy, webová kartografie dále studuje teoretické aspekty: použití webové mapy, techniky a pracovní postupy pro hodnocení a optimalizaci, použitelnost mapy, sociální aspekty a další“.

18 Digitální či digitalizovaná verze analogové mapy, náhled na mapu, apod.

19 <https://www.mdpi.com/2220-9964/6/10/317/htm>

20 https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-3-319-23519-6_1485-2

21 <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/web-mapping>

22 Cílem této publikace je prezentovat webovou kartografii jako svébytný vědní obor, s řadou specifik a odlišností od kartografie konvenční. Avšak vždy s jasně deklarovanou příslušností ke kartografii, z které vychází (viz kapitola 5).

 Voženílek (2009) uvádí jako jeden ze tří pilířů²³ kartografie poučku „přemýšlej, než začneš kreslit“ („think before you draw“). Při respektování výše uvedené specifikace webové kartografie, je potřeba uvedenou poučku pro tuto oblast modifikovat na „přemýšlej, než klikneš“ („think before you click“). Zapojení fáze před vlastním programováním, mj. odlišuje termín webové kartografie jako procesu od webové mapy jakožto pouhého produktu.

Slovník VÚGTK (2020) definuje webovou kartografií jako „část kartografie, zabývající se problematikou, tvorbou a zpracováním map v prostředí služby World Wide Web“²⁴.

V zahraniční literatuře se s pojmem Web cartography setkáme u děl Neumanna (2016)²⁵, Muehlenhause (2014)²⁶, Tsou (2013), Blacka a Cartwrighta (2005)²⁷, Kraaka a kol. (2001)²⁸ a dalších.

V omezené míře lze narazit také na první pohled podobné pojmy jako počítačová, digitální, internetová nebo mobilní kartografie. Pravda a Kusendová (2004) definují počítačovou kartografií jako „souhrnný název pro soustavu poznatků týkajících se tvorby, zpracování a využívání map pomocí počítačových technologií“. Čerba (2011) považuje pojmy digitální kartografie a počítačová kartografie za synonymum. Jedná se o kartografií omezenou na digitální prostředí. Pojem internetová kartografie není v odborných kruzích využíván prakticky vůbec. Pokud je internet sít s řadou služeb (podmnožin) např. WWW, email, či VOIP, analogicky řečeno, webovou kartografií lze formálně považovat za podmnožinu internetové kartografie. Na druhou stranu internetová kartografie má v praxi právě jednu podmnožinu (webovou kartografií), neexistuje kartografie emailová či VOIP-ová, proto se v praxi ustálil jen pojem webová kartografie. Naopak mobilní kartografie je relativně nově se prosazující pojem, bezesporu s obrovským potenciálem, zohledňující specifika mobilních zařízení (Reichenbacher, 2004). Podle Slovníku VÚGTK (2020) se jedná o „část kartografie, zabývající se problematikou, tvorbou a zpracováním map na mobilních zařízeních“. Mobilní kartografie cílí na mapové produkty vyvinuté cíleně pro mobilní technologie.

 Je potřeba jasně vymezit, že (v kontextu této publikace) webová kartografie ze své podstaty postihuje mapová řešení dostupná skrze jakékoliv webové rozhraní – monitor počítače, smart televize, mobilní telefon či tablet. Naopak mobilní kartografie cílí na mapové produkty dostupné výhradně skrze přenosné mobilní zařízení – nejčastěji nativní mobilní aplikace pro operační systémy Android či iOS. Ty se vyznačují zcela odlišným konceptem (instalace, aktualizace, specifika operačních systémů, off-line režim), technologickými možnostmi (využití hardwarových senzorů: fotoaparát, GPS, kompas, barometr apod.) i uživatelskými zvyklostmi (gesta). Ve výsledku lze sledovat odlišnosti mobilní kartografie vůči kartografií webové (kompozice, ovládací prvky, generalizace).

23 Sám autor (Voženílek, 2009) ji nazývá „druhým zákonem kartografie“

24 Web Mapping and Web Cartography

25 Web cartography: map design for interactive and mobile devices

26 Revisiting Web Cartography in the United States: The Rise of User-Centered Design

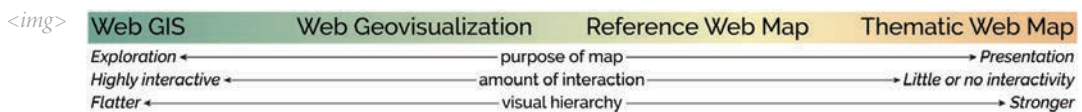
27 Web Cartography & Web-enabled Geographic Information Systems (GIS): New Possibilities, New Chalanges

28 Web cartography – developments and prospects

<h2> 2.6 Webový GIS (WebGIS) </h2>

V obecné rovině je termín webový GIS (angl. WebGIS nebo Web GIS) přijímán jako strategie pro přístup a nakládání s geografickými informacemi skrze prostředí internetu. Pojmem WebGIS se detailně zabírá řada publikací, je pojmem rozšířeným a obecně přijímaným. Jedná se o změnu paradigmatu – přesun geografického informačního systému z původně desktopového prostředí do prostředí WWW. Podle Dormana (2020) je WebGIS „softwarová a hardwarová konfigurace, která umožňuje sdílení map, prostorových dat a geografických operací pomocí běžných protokolů webové komunikace, jako je HTTP a WebSockets“. Zatímco Čepický (2008) definuje web mapping jako „návrh, implementace, tvorba a doručení map pomocí WWW“, pro WebGIS rozšiřuje definici navíc o fázi analýzy a zpracování: „návrh, implementace, tvorba, doručení, analýza a zpracování map pomocí WWW“.

Sack (2017) v kapitole věnované web mappingu přichází se „swoopy diagramem“ věnující se kategorizaci webových map. Na základě trojice vhodně definovaných parametrů (účel mapy, interaktivita, vizuální hierarchie) rozděluje webové mapy do čtyř kategorií: Web GIS, Web Geovisualization, Reference Web Map, Thematic Web Map (viz Obrázek 2). Web GIS se v tomto pohledu vyznačuje jako vysoce interaktivní, s nízkou mírou vizuální hierarchie a s důrazem na zkoumání konsekvencí, nikoliv pouze jako nástroj pro prezentační účely.

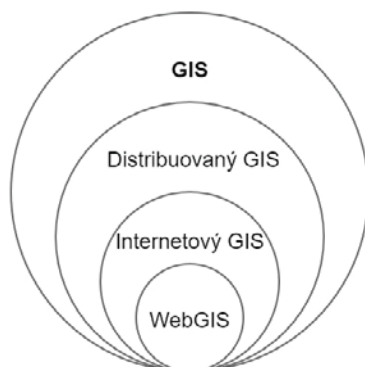


Obrázek 2: Dělení webových mapy do čtyř kategorií podle Sack (2017)

WebGIS klade důraz na zpracování, ukládání a analýzu prostorových dat včetně jejich algoritmů. Bezpochyby souvisí s oblastí webové kartografie, z velké části se témata překrývají a prolínají.

V praxi se webový GIS, webová kartografie a web mapping často používají v podobném významu, i když je nelze považovat za synonyma. Přesná hranice mezi tématy se dnes určuje velmi obtížně – nástroje WebGIS využívají webových map jako prezentačního média, naopak webové mapy v poslední době získávají stále více datových i analytických funkcí a do budoucna lze očekávat nejnovější trendy právě tímto směrem.

Veenendaal a kol. (2017) považují „Web GIS“ a „Internet GIS“ za synonyma, díky skutečnosti, že web je nejčastěji používanou internetovou službou, a dále dodávají, že „WebGIS je nejčastější formou online GIS“. Z formálního hlediska se nejedná o přijatelné řešení. Rozdíl, ačkoliv je minimální (viz Obrázek 3), vhodně ilustruje Hojati (2014): „Internet GIS je definován jako širší oblast než webový GIS. V reálném světě je web nejatraktivnější službou internetu, a proto je použití pojmu WebGIS běžnější než Internet GIS“. Jde o analogii ke stavu v předcházející kapitole.



Obrázek 3: Uchopení pojmů GIS a WebGIS podle Hojati (2014)

</>

Autor ve své disertační práci (Nétek, 2015) operuje s termínem WebGIS 2.0 jako kombinací dosud samostatných pojmů Web 2.0 a WebGIS (WebGIS 2.0 = Web 2.0 + WebGIS). Z technologického pohledu koncepce kombinuje nejmodernější metody v kontextu GIT, principiálně vychází z metod servisně-orientované architektury, cloud computingu a internetu jako platformy (Nétek 2015).

Navzdory skutečnosti, že existuje silný potenciál využití termínu WebGIS 2.0, v odborné ani populární literatuře se tento pojem téměř neobjevuje. V relevantní formě termín WebGIS 2.0 zmiňuje ve svých pracích jen Mairo (2013), Fu a kol. (2011) nebo Tilio (2009). I přes snahu o rozšíření toho pojmu v odborných kruzích (Nétek a Balun, 2014; Nétek a kol., 2018a; Nétek a kol., 2018b) či adaptaci na pojmy WebGIS 3.0 a WebGIS 4.0, nedošlo k dostatečnému rozšíření ani přijetí tohoto pojmů v žádné variantě²⁹.

Terminologicky lze sledovat analogii také s pojmem cloudový GIS (angl. cloud GIS). Zatímco WebGIS obecně umožňuje cloudové úložiště jako jednu z několika alternativ (k aplikaci lze přistupovat z vlastního serveru či webhostingu), cloud GIS je orientován výhradně na umístění v cloudovém prostředí. Cloud GIS lze považovat za podmnožinu WebGIS (Nétek, 2015). Typickým znakem je autentizovaný přístup umožňující vedle tvorby mapové aplikace mj. archivaci dat a vrstev, zpravidla na určitých úrovních funkcionality zpoplatněný.

</h2> 2.7 Geovizualizace (geovisualization)

</h2>

Vizualizace v obecné rovině je grafické znázornění informací a dat. Pomocí vizuálních prvků, grafů, tabulek, map, infografiky či dashboardů poskytuje vizualizace způsob, jak grafickou formou nahlížet na data, porozumět trendům, hodnotám a vzorům v datech. Geovizualizace (angl. geovisualization, zkráceně geovis) je podle Coltekin a kol. (2018) „vizualizace geografických informací (prostorových, časových nebo atributových, případně kombinace všech), proces vytváření interaktivních vizualizací pro geografickou analýzu pomocí map, mapových zobrazení, multimédií a grafů pro podporu vizuálního myšlení a kartografie“. Obecnější definici uvádí Goodchild (2009) jako „prezentace geografických informací ve vizuální formě“. Geovizualizace je chápána jako proces interaktivní vizualizace geografických informací, v kterékoliv fázi prostorových analýz, ale může se pochopitelně vztahovat také na vizuální výstupy – mapy. Koncept geovizualizace představil MacEachren poprvé v 80. letech minulého století. MacEachren a Kraak (2001) tvrdí, že vizuální myšlení na základě mapových výstupů je nedílnou součástí vědeckého procesu včetně generování

²⁹ Což lze zpětně jen kvitovat, v opačném případě by to vedlo k ještě větší terminologické roztržiténosti

hypotéz, role map roste nad rámec pouhého sdělování výsledků prostorových analýz. Pojem geovizualizace je hojně rozšířen v západních kartografických školách, což potvrzují díla Kraaka (2020)³⁰, Goodchilda (2009), Dykese a kol. (2005)³¹ nebo originálně MacEachrena a Kraaka (2001)³². Roth (2013) ukotvuje geovizualizaci ve schématu **map-making vs. map-use** (viz kapitola 4) dominantně do oblasti map-use a cartographic interaction (Obrázek 5). Voženílek (2009) vymezuje tři základní kartografické výstupy z GIS jako možnosti geovizualizace: analogovou mapu, datový náhled, digitální kartoprodukt. Zatímco datový náhled je pouze pracovní produkt bez kartografických zásad, za digitální kartoprodukt je považován nový typ kartografického produktu, který papírová kartografie neumožňovala (virtuální scény, animované mapy, multimediální mapy, webové mapy aj.).

</h2> 2.8 Interaktivita, dynamika

</h2>

V souvislosti s webovými aplikacemi se uživatel často setkává s pojmy interaktivita či dynamika, jako základními charakteristikami současných mapových řešení. V zásadě **je potřeba odlišit interaktivitu/dynamiku mapy jako celku, vůči interaktivitě/dynamice jednotlivých prvků.**

Interaktivita v obecné rovině nemá jednotnou definici, zpravidla se hovoří o komunikaci na rozhraní člověk-počítač, kdy systém reaguje na podněty zadané člověkem. Lévy (2000) interaktivitu popisuje jako „*intervenci do výpočetních procesů, jejichž efekt lze vidět v reálném čase. Intervence probíhá skrze uživatelské rozhraní, jež divák ovládá*“. Podle Listera (2003) je interaktivita „*přídavnou hodnotou nových médií, která umožňuje uživateli manipulovat médiiem*“. V oblasti webové kartografie je nejrozšířenější definice Cartwrighta (2007) „*mapa je interaktivní mapa, pokud umožňuje uživateli ovlivňovat mapu podle svých potřeb a tím rozhodovat o obsahu a vzhledu*“ nebo Rotha (2013) „*interakce je dialog mezi člověkem a mapou zprostředkovaný prostřednictvím výpočetního zařízení pro zdůraznění digitálních interakcí*“.

V oblasti webových map se hovoří **o interaktivní mapě v tom případě, pokud umožňuje uživateli s ní pracovat a ovlivňovat její zobrazení – typicky změnou měřítka (zoom in/out), zobrazovaného území (pan), zapnutí/vypnutí mapových vrstev či jejich pořadí, zobrazení vyskakovacího okna či postranního panelu po interakci s vybraným prvkem nebo vyhledáváním** (viz Obrázek 4). Interaktivitu do oblasti kartografie přinesly tzv. klikací mapy. Byly založeny na struktuře vzájemně propojených hypertextových odkazů a umožňovaly jen změnu měřítka. Dnešní možnosti umožňují znatelně vyšší míru interaktivity.

Za standardní funkcionalitu webových map lze označit volbu podkladových a tematických vrstev. V obecné rovině je mapa interaktivní, pokud reaguje na odeslání formuláře nastavující parametry mapové aplikace (např. vyhledávání adresy či trasy, nastavení vyjadřovacích prostředků apod.). Zároveň lze aplikovat princip interaktivity také na konkrétní mapový obsah (ať už celé vrstvy či jednotlivé prvky) nebo kompoziční prvky. Standardním prvkem takovéto interaktivity je zobrazení multimediálního obsahu ve formě vyskakovacích oken nebo postranního panelu po interakci s bodovým/liniovým/polygonovým znakem v mapě, zvýraznění prvků v mapě jako následek vyhledávání či filtrování, synchronizovaný posun mapy v hlavním mapovém poli vůči náhledové mapě, rozbalení/sbalení vrstev v legendě apod., u dotykových zařízení dále gesty (pinch to zoom, swipe) či dotykovým perem.

30 Geovisualisation

31 Exploring geovisualization

32 Research Challenges in Geovisualization

<!-- Blíže se interaktivitě věnuje Roth a kol. (2019a), který ve své studii „Interactive & multiscale thematic maps: Preliminary Results from an Empirical Study“ (Roth a kol., 2019b) podávají seznam následujících operací interaktivity:

- Změna vyjádřovací metody (reexpres)
- Změna (parametrů) vyjádřovacích prostředků (resymbolize)
- Vytvoření sekvence map (sequence)
- Změna pozice mapy (pan)
- Změna kartografického zobrazení (reproject)
- Změna měřítka (zoom)
- Hledání (search)
- Překrytí vrstev (overlay)
- Uspořádání (arrange)
- Filtrování (filter)
- Získání informací z mapy (retrieve)
- Vypočet (nové hodnoty/poznatky) (calculate)

-->

Rabinowitz (2013) zmiňuje zásadní přínos interaktivity v mapách jako možnost volby a kombinace libovolných mapových vrstev vedoucí k novým poznatkům, umožňující izolaci a zkoumání jednotlivých proměnných samostatně včetně jejich porovnávání, a v neposlední řadě flexibilitu – informační a designové prvky lze měnit, reorganizovat a manipulovat, přičemž pokaždé vytvářejí novou reprezentaci, která může vyjasnit podmínky a vztahy. Axis Maps (2017) rozdělují interaktivitu v mapách do čtyř základních skupin: pohyb v mapě, hledání a filtrování, získávání informací, manipulace s daty. MacEachrenův (1994) model „the map cube“³³ je založen na třech osách, z nichž jedna osa definuje úroveň interaktivity. I přes jistou míru subjektivity, lze jednotlivým operacím interaktivity přiřadit úroveň interaktivity (nízká/střední/vysoká³⁴), viz Tabulka 1.

 Díky využití principu interaktivity lze:

- získat více informací, než je mapa schopna pojmout a zobrazit,
- v mapě pohybovat v horizontální (pan) i vertikální dimenzi (zoom),
- uzpůsobit obsahovou náplň mapy,
- uzpůsobit grafickou vizualizaci mapy,
- vyhledat, zobrazit a zvýraznit požadované informace.

<!-- Komplexní pohled na otázku interaktivity přináší článek „Interactive maps: What we know and what we need to know“ (Roth, 2013) nebo příspěvek „Map interaction“ (Axis Maps, 2017) z průvodce Cartography Guide.

-->

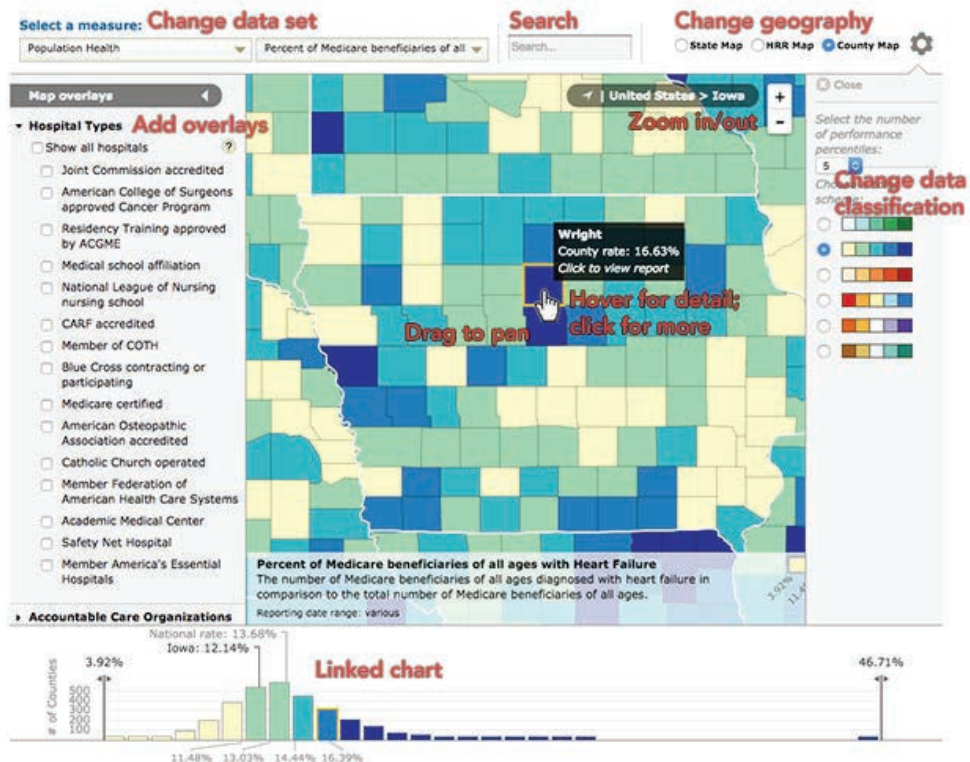
³³ V některých zdrojích uváděno pod pojmem „(cartography)“³⁴

³⁴ Příkladem vyšší míry interaktivity je např. <https://map.healthylacesindex.org/>, přehled vizuálně atraktivních interaktivních map podává <https://www.awwwards.com/20-inspirational-examples-of-interactive-maps-and-street-view-experiences-in-web-design.html>

<table> **Tabulka 1: Vybrané operace interaktivity**

Operace	Typický iniciátor	Úroveň interaktivity
Změna měřítka (zoom in/out)	Kliknutím na aktivní prvek (+/- příp. zoom-slider), kolečkem myši (scrollování), klávesou (+/-)	Nízká
Změna pozice/rozsahu mapy (pan)	Pohyb myši, klávesou, směrová růžice	Nízká
Volba podkladových vrstev, volba (zapnutí/vypnutí) tematických vrstev	Volba ve formuláři (legenda, resp. Table of Content), kliknutím nebo přejetím na aktivní prvek (button)	Nízká
Změna směru orientace mapy	Pohyb myši se stisknutou klávesou nebo gesto	Střední
Změna pořadí vrstev	Volba ve formuláři (legenda, resp. Table of Content)	Střední
Změna vyjadřovacích metod a prostředků	Volba pomocí uživ. rozhraní	Střední
Aktivace vyskakovacího okna, postranního panelu, tabulky apod.	Kliknutím na aktivní prvek nebo přejetím přes znak v mapě	Střední
Odečítání souřadnic	Kliknutím do mapového pole případně pohybem myši	Střední
Aktivace geolokace	Kliknutím na aktivní prvek	Střední
Aktivace nadstavbových nástrojů, volba funkcionality	Kliknutím na aktivní prvek	Vysoká
Vyhledávání adresy nebo trasy, aktivace našeptávače	Volba ve formuláři, kliknutím do aktivní oblasti	Vysoká
Změna úhlu/orientace pohledu	Kombinací kláves a pohybu myši	Vysoká
Zvýraznění mapových prvků	Kliknutím nebo přejetím přes prvek v mapě, legendě, tabulce, grafu apod.	Vysoká
Filtrování, generování reportů,	Volba ve formuláři	Vysoká
Analytické úlohy nad mapou, pokročilé nástroje WebGIS	Různé	Vysoká

</table>



Obrázek 4: Interaktivní prvky mapové aplikace (zdroj: Axis Maps, 2017)

</>

V oblasti kartografie a geoinformatiky je **zásadním aspektem dynamiky rozšíření prostorových dat o časovou složku, dynamika zachycuje vývoj v čase**. Dynamické mapy jsou protikladem k mapám statickým. Zatímco statické vyjádření nereflektuje pohyb, resp. zobrazení pohybu na statických mapách vyžaduje uplatnění specifických kartografických metod (diagramy, šipky apod.), pod dynamikou je chápána měnitelnost obsahu (Viliš, 2013) v reálném čase. Podle Brašnové (2012) může „*vyjadřovat změny různých jevů, například: změny polohy či velikosti objektu v čase, změny prostorových vztahů v čase, změny vlastností v čase*“. Dynamické mapy proto mění svůj obsah v čase.

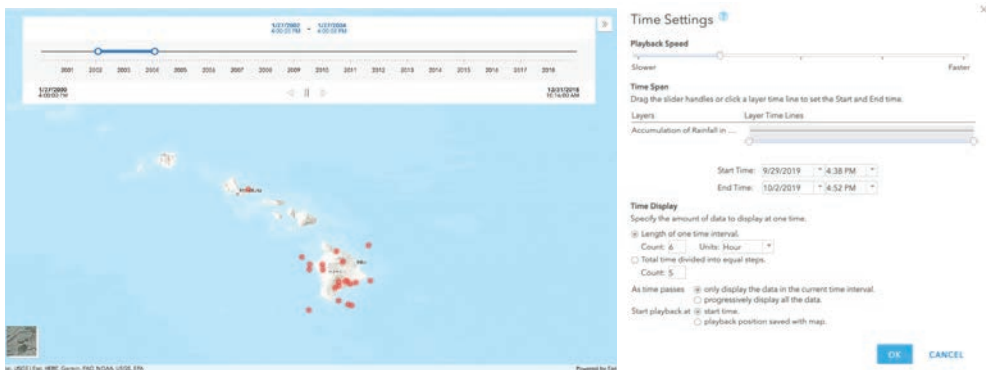
Nejtypičtější zástupcem dynamických map jsou mapové animace. Také u mapových animací je potřeba rozlišit, zdali aplikujeme animaci na mapu jako celek nebo jen na konkrétní mapový znak (např. ikonu; viz kapitola 6.6.6), dále je potřeba zásadně odlišovat animace řízené a neřízené. Zatímco u neřízené animace uživatel nemá možnost zasahovat do průběhu animace, u řízené animace uživatel průběh ovlivnit může. Neřízená animace je sled statických obrázků či map, v praxi je realizována často formou videa či formátu GIF. Jak uvádí Hrubá (2009), v případě že se „*uživatel nestává jen pouhým divákem, ale může si např. korigovat průběh animace (její rychlost, počet zobrazených dat)*“ jedná se již o princip interaktivity. Ukázkovým příkladem dynamických map jsou mapy počasí³⁵, aplikace zobrazující radarová data³⁶, aplikace se zaměřením na dopravu³⁷ či libovolná tematická mapa s využitím posuvníku (tzv. time-slideru) či jiného průběhu časové osy.

35 Např. <https://www.windy.com/>

36 Např. Aktuální radarová data ČHMU, dostupné z <http://radar.bourky.cz/>

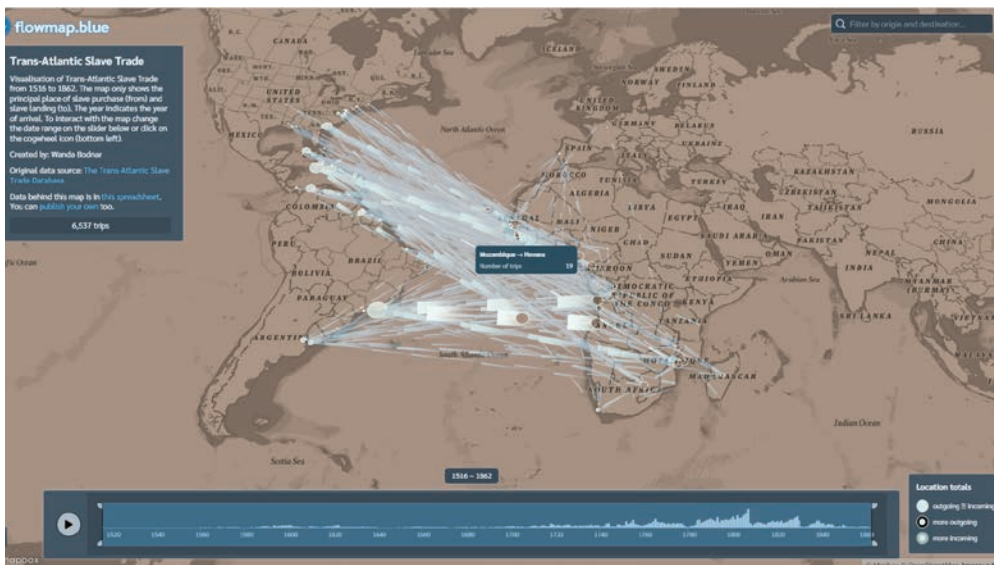
37 Např. <https://www.flightradar24.com/> či <https://www.vesselfinder.com/>

Time-slider je funkcionalita umožňující aktivní (řízenou) animaci zobrazovaného obsahu v čase po předem daných intervalech. Víceparametrový slider (viz Obrázek 5) umožňuje navíc vymezení kumulativního období (uživatel specifikuje délku období) v kombinaci se spuštěním animace nad danou časovou osou opět po daném intervalu. Pokud je animace aplikována na konkrétní mapový prvek (např. bodový symbol, formou animované ikony) jedná se o kartografickou proměnou daného znaku (blíže kapitola 6.5).



Obrázek 5: Víceparametrový slider (vlevo) a nastavení time slideru (vpravo) pro animaci (zdroj: McDonald, 2019)

</>



Obrázek 6: Příklad aplikace kombinující interaktivitu a dynamiku mapy (zdroj: Bodnar, 2020)

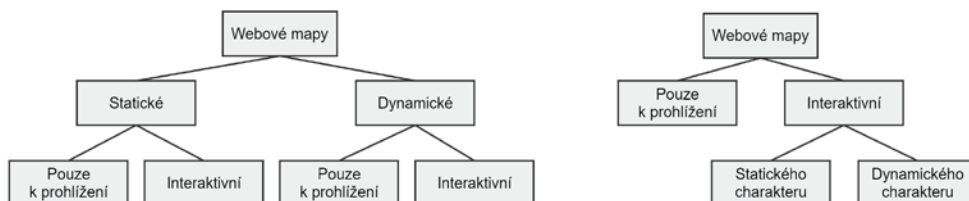
</>

Po přelomu tisíciletí byla etalonem odborných prací **klasifikace map na statické/dynamické a náhledové/interaktivní** podle Kraak a Brown (2001) a Kraak a Ormeling (2003) (Obrázek 7). Z dnešního pohledu je toto **dělení překonané**, a to hned z několika důvodů. Prvním důvodem je tehdejší preference dynamiky nad interaktivitou. Původní dělení sleduje obecné dělení webových prezentací na statické vs. dynamické. Zatímco statický web zobrazuje stále stejný obsah, dynamický web generuje obsah za pomoci programovacího jazyka, dochází k modifikaci obsahu. Analogicky, podle uvedeného dělení, u statických map je uživateli předkládán stále stejný obsah, u dynamických

dochází ke změně obsahu. Varianta map statické-interaktivní (tzv. klikací mapy³⁸) se postupem času z trhu prakticky vytratila, protože si nenašla své uplatnění. Za variantu dynamické prohlížení lze reálně považovat pouze animované sekvence map bez ovládacích prvků³⁹, kterých je minimum. Dalším důvodem pro opoštění se od uvedeného dělení je rozmach internetových technologií, z dnešního pohledu vhodnější dělení preferující v první úrovni interaktivitu (dělení do dvou skupin: pouze k prohlížení a interaktivní) a až v druhé úrovni dynamiku. Do skupiny map pouze pro prohlížení (a zároveň statických) lze zařadit mapy digitalizované (tj. původně analogové mapy naskenované) nebo vzniknuvší v digitální podobě – avšak pouze statického charakteru (typicky tiskové výstupy⁴⁰, datové náhledy, výstupy z GIS). Z pohledu uplatnění cílového produktu, respektive jeho platformy, tato skupina není zájmem webové kartografie v kontextu, jak ji definuje tato publikace. V pravém slova smyslu se jedná o mapový výstup v digitální formě pouze umístěný do prostředí webu, proto podléhá pravidlům tradiční kartografie. Naopak druhá skupina map interaktivních naplňuje principy webové kartografie. V praxi se jedná o mapy interaktivní, charakteru statického či dynamického. Je však třeba odlišovat, zdali se uplatňuje princip interaktivity/dynamiky na mapovou aplikaci jako celek nebo na konkrétní mapové prvky či znaky (interaktivní/dynamické mapy vs. mapy s interaktivními/dynamickými znaky).

Dalším důvodem je fakt, že z dnešního pohledu autoři nevhodně uváděli operaci pro změnu měřítka (zoom in/out) za prvek dynamiky. Konkrétně užívali pojem „**dynamický zoom**“. Změna měřítka mapy za pomoci aktivní interakce (kliknutím na tlačítko +/- či scrollování) je z podstaty princip interaktivity, uživatel definuje počítačovému prostředí úkon, a ten na něj reaguje. Vlastní vyobrazení změny měřítka formou plynulého přechodu či „přelet“ do nižší/vyšší úrovně (případně využití operace „fly-to“ pro návrat do výchozího měřítka a pozice apod.) však lze opravdu charakterizovat jako prvek dynamiky. Je potřeba přijmout fakt, že dynamický zoom řeší spíše otázku vizualizace, nikoliv interaktivity ve smyslu ovládnání mapy. Jinak řečeno, vlastní pohyb mapy je prvek dynamiky. V případě dynamického zoomu je pohyb mapy reakcí na příkaz změny měřítka, ta je však v praxi vázána na aktivní interakci uživatele s mapou (např. kliknutí či scrollování myši), což je prvek interaktivity.

Posledním opodstatněným důvodem pro opuštění daného dělení je změna přístupu i původních autorů. V současné době sám Kraak (2018) preferuje dělení podle schématu map-to-see vs. map-to-read.



Obrázek 7: Z dnešního pohledu překonané dělení map na webu podle Kraak a Ormeling (2003) (vlevo) je vhodnější nahradit dělením na primárně dle interaktivity (vpravo)

</>

38 Dříve populární Zoomify

39 Nabízí se mapy počasí (např. Aktuální radarová data ČHMU dostupné z http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/rad/data_jsradview.html), nicméně přítomnost interaktivních prvků (volba kroků či rychlosti animace, lokace apod.) je řadí do skupiny map interaktivních

40 Nejčastěji v obrazových formátech (JPG, PNG, TIFF apod.) případně univerzálním formátu PDF, méně častěji vektorových formátech (SVG, EPS apod.)

</h2> 2.9 Mapový portál, mapová aplikace, mapový server

</h2>

Mezi pojmy mapový portál, mapová aplikace a mapový server jsou jasné rozdíly a nelze je považovat za synonyma (Obrázek 8). **Mapový portál je webová stránka (server), na kterém jsou pod jednotlivými odkazy formou rozcestníku dostupné dílčí mapové výstupy**, vrstvy či aplikace (Nétek 2008). Jde o internetový/webový portál obsahující data prostorového charakteru bez ohledu na jejich typ (statické, dynamické, interaktivní) - primárně pochopitelně mapové výstupy a aplikace, dále např. open data, historické mapy, mapové služby (WMS), územní analytické podklady, vyhlášky atd. Vychází z obecného pojmu „portál“⁴¹, který je v rámci internetu považován výhradně za rozcestník. Vhodným příkladem mapového portálu je např. Geoportál ČÚZK⁴², Portál otevřených dat ČR, respektive EU⁴³, Národní geoportál INSPIRE⁴⁴ či Mapový portál města Brna⁴⁵. Typicky, obecní či krajské mapové portály, obsahují-li výčet konkrétních mapových aplikací či vrstev, lze hodnotit jako adekvátní užití pojmu mapový portál. Avšak nevhodně je pojem používán pro jednoúčelové aplikace např. Mapový portál HZS ČR⁴⁶, kde je vhodnější pojmenování mapová aplikace.

Mapová (webová) aplikace je konkrétní, zpravidla jednoúčelová a tematicky zaměřená, aplikace dostupná v prostředí WWW, nejčastěji interaktivního charakteru, zobrazující mapové nebo jiné kartografické výstupy. Pokud se jedná o statický produkt či sken, nelze z podstaty věci hovořit o aplikaci. Mapové aplikace poskytují soubor nástrojů a funkcí, které umožňují prohlížení těchto map plně v prostředí internetového prohlížeče. Typickým příkladem obecné mapové aplikace budiž řešení Mapy.cz či Google Maps⁴⁷, příkladem konkrétně profilovaného tematického řešení je Silniční a dálniční síť ČR (ŘSD)⁴⁸ či Mapa Univerzity Palackého v Olomouci⁴⁹. Z technického hlediska je nejobvyklejším řešením mapových aplikací tzv. třívrstvá architektura. Vlastní aplikace se obvykle skládá ze tří částí: mapového serveru, webového serveru a rozhraní pro správu dat (databáze).

Mapový server je vlastní aplikační část mapové aplikace, jinými slovy jedná se o 1/3 mapové aplikace (Nétek 2008). Sack (2017) pojem mapový server definuje jako „*specializovaný webový server používaný k publikování geoprostorových webových služeb*“. Slouží k vybrání požadované části dat z geografické databáze, resp. k provedení potřebné analýzy a následné prezentaci. Mapový server sestavuje odpovědi na dotazy ze strany klienta, zpracovává geodata, generuje a předává sestavené mapy směrem k uživateli, u pokročilejších řešení provádí analýzy. Zpět posílá přes webový server výstupní data, které se klientovi zobrazí ve webovém prohlížeči. Za mapové servery v pravém slova smyslu lze považovat konkrétní produkty např. ArcGIS Server, (UMN) MapServer, GeoServer, MapTiler Sever apod.

41 Odvozeno od „port“ (přístav), umožňující námořníkům přístup na pevninu jedním místem, z kterého se následně rozebíhá řada cest do dalších měst

42 <https://geoportal.cuzk.cz/>

43 <https://data.gov.cz/> respektive <https://data.europa.eu/euodp/en/home>

44 <https://geoportal.gov.cz/web/guest/home>

45 <https://gis.brno.cz/>

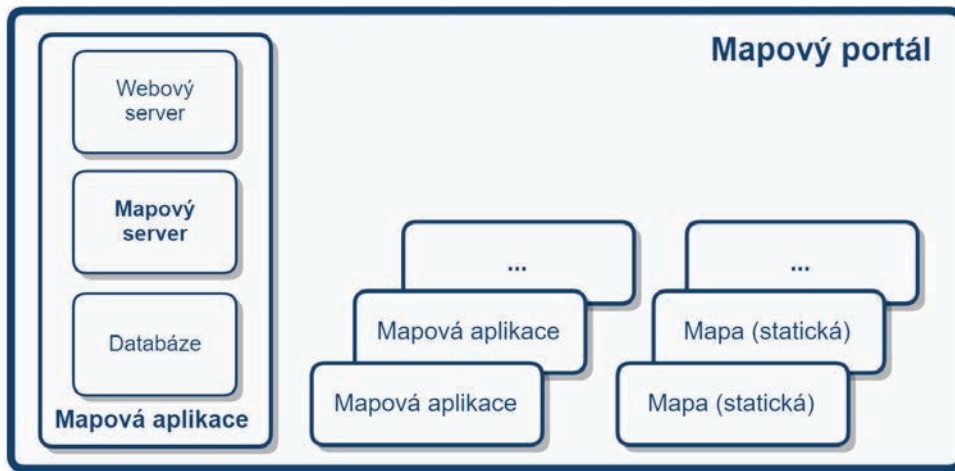
46 <https://gis.izscr.cz/>

47 <https://mapy.cz/> respektive <https://www.google.com/maps>

48 <https://geoportal.rsd.cz/webappbuilder/apps/7/>

49 <http://mapy.upol.cz/>

Mapový portál je rozcestníkem na větší či menší množství jednotlivých mapových produktů – interaktivních aplikací či statických map. Konkrétní mapová aplikace je zpravidla jednoúčelová, tematicky zaměřená aplikace, z technologického hlediska využívající obvykle tzv. třívrstvou architekturu: webový server, aplikační server a databázi. V případě zpracování prostorových dat a operací, lze obecný pojem aplikační server konkretizovat jako mapový server.

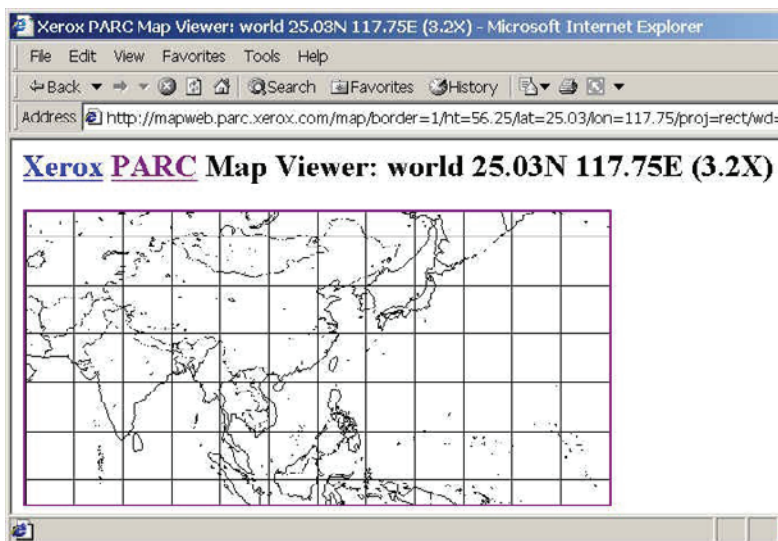


Obrázek 8: Mapový server je dílčí část mapové aplikace, mapový portál obsahuje více mapových aplikací (zdroj: autor)

</>

3 Milníky webové kartografie

Pro uvědomění si současného kontextu webových map, je vhodné ohlédnout se do minulosti a připomenout si zásadní milníky. Oblast webové kartografie je pochopitelně úzce svázána s historií, respektive rozšířením služby WWW. Za „otce webu“ je považován Tim Berners-Lee, který vyvinul protokol HTTP i jazyk HTML a zasloužil se o rozvoj webu v 90. letech. Ačkoliv lze webovou kartografií považovat stále za relativně mladý obor, vzniknuvší v polovině 90. let, má za sebou velmi zajímavý vývoj, lemovaný několika zásadními milníky.



Obrázek 9: První mapová aplikace Xerox PARC Map Viewer (zdroj: Forrest, 2020)

Plánka (2007) rozlišuje čtyři generace internetových map. **První generace** je ohraničena vytvořením první mapové aplikace vůbec (Xerox PARC Map Viewer - viz Obrázek 9) v roce 1993 a spuštěním projektu MapQuest v roce 1996, který jako první produkt v historii umožňoval hledání adres a ulic na mapě přímo v prohlížeči. **Druhá generace** je typická nástupem interaktivních mapových aplikací typu MapQuest a končí nástupem Google Maps v roce 2005. **Třetí generace**,

nazývaná „generace mashupů“ (angl. mashup generation), je charakteristická globálním rozšířením Google Maps a rozhraní API umožňující tvorbu tzv. mashupů. Čtvrtou generaci Plánka (2007) předpovídal jako období virtuálních glóbiů a virtuální reality. Ze současného pohledu lze za milník považovat vypuštění produktu iPad na trh v roce 2010. Tsou (2011) a Plewe (2007) shodně přidávají pátou generaci ovlivněnou nástupem cloudových řešení.

Na přelomu milénia dochází k zdatnému rozšíření webových řešení pro potřeby veřejnosti, Multimap⁵⁰ a posléze MapQuest se stávají dominantním řešením na trhu⁵¹. Druhá generace webových mapových aplikací byla založena většinou na principu tenkého klienta (Obrázek 10). Na straně uživatele se nacházel klient vracející pouze výstupy ze serveru na základě uživatelských požadavků. Každá interakce s mapou (posun, změna měřítka, zapnutí vrstev) vyžadovala nový výstup, kdy veškerou aplikační logiku obstarávaly robustní systémy na straně serveru (Nétek, 2008), jedná se o princip tzv. trojvrstvé architektury. Dynamiku tehdejších řešení, lze z dnešního pohledu hodnotit spíše jako opakovanou sekvenci statických výstupů. V tomto období nechyběla snad v žádné oborové práci klasifikace webových map (vhodněji map na webu) na statické/dynamické a náhledové/interaktivní podle Kraak a Brown (2001) nebo Kraak a Ormeling (2003). Důvodům, proč lze zmíněné dělení považovat z dnešního pohledu za nevhodné, se věnuje kapitola 2.8.



Obrázek 10: MapQuest (vlevo) a MultiMap (vpravo) jako příklady druhé generace internetových map (zdroj: Haklay a kol., 2008)

Doslova za **revoluci v oblasti webové kartografie** a nástup další generace, lze považovat nástup platformy Google Maps⁵² a Google Earth⁵³ v roce 2005. Zimmermann (2012) uvádí, že „Kraak a Brown (2001) nebo Kraak a Ormeling (2003) vydali své knihy ještě před příchodem Google Maps, který zásadně změnil publikování webových map“. Google Maps přináší do prostředí čistě webových aplikací přívětivější prostředí z pohledu uživatele, ale především přístupné API z pohledu vývojářů znamená novou funkcionalitu⁵⁴. Tento princip přináší v té době revoluční přístup.

50 V roce 2003 dosáhla aplikace MultiMap 1 miliardy zhlédnutí (Feldman, 2011)

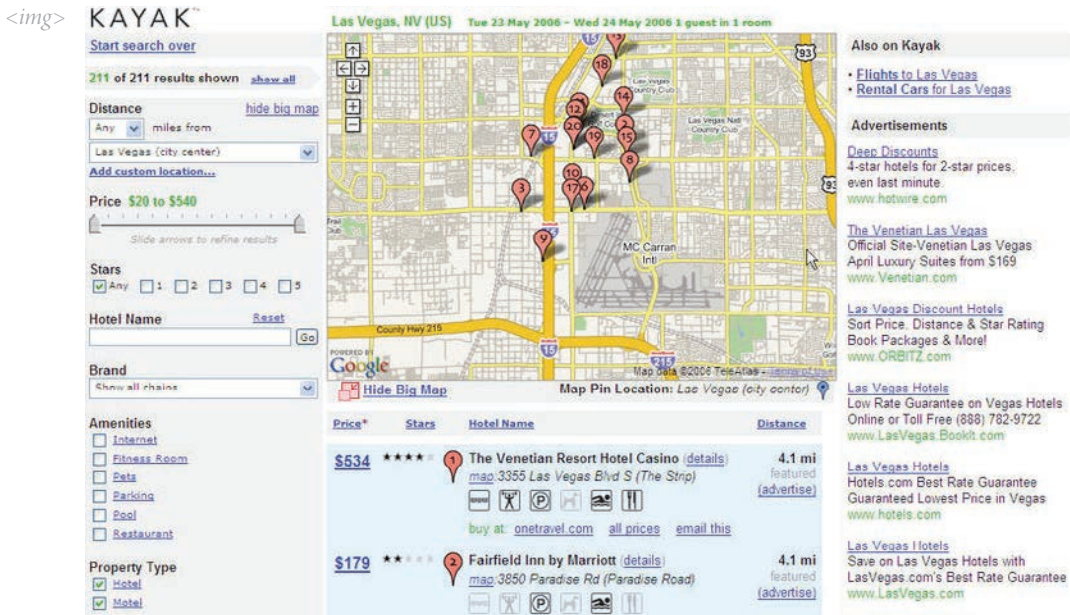
51 Korporace AOL koupila MapQuest v roce 1999 za 1,1 miliardy dolarů (Feldman, 2011)

52 Google Maps spuštěno veřejně 8. 2. 2005, v červnu 2005 Google Maps API

53 Je potřeba připomenout, že produkty pod hlavičkou Google vznikají zpravidla akvizicí jiných firem, respektive jejich produktů. V roce 2004 Google koupil firmy Where2 a Keyhole, a na základě těchto akvizic posléze vznikly produkty Google Maps, respektive Google Earth.

54 Autor práce se problematikou zabýval v bakalářské, diplomové i disertační práci. Zatímco bakalářská práce (obhájena 2008) hodnotí primárně mapové servery a na přínosy Google Maps jako ideální potenciální portál upozorňuje až v diskuzi, diplomová práce (2010) představuje aplikaci postavenou kompletně na platformě Google Maps API. Disertační práce (2015) zachycuje největší boom a postupný úpadek RIA.

Tzv. mashup umožňuje kombinaci různých zdrojů za účelem přidané hodnoty. Jak uvádí Sack (2017) poté co vývojáři našli princip umožňující kombinaci vlastních dat nad mapovými vrstvami od Google, Google odpověděl⁵⁵ otevřeným zveřejněním svého aplikačního programovacího rozhraní (API). Zatímco vznikají nekomerční alternativy (OpenLayers) Google Maps API zůstal několik let globálně nepoužívanějším generátorem mashupů⁵⁶ (Sack, 2017). V roce 2006 vychází první ucelená publikace o Google Maps (Brown, 2006).



Obrázek 11: Mashup umožňuje kombinovat informace z různých zdrojů nad mapovou knihovnou (zdroj: Sack, 2017)

V roce 2007 přichází technologie Silverlight a posléze Flex, jako typičtí zástupci tzv. **Rich Internet Application** (RIA). Ty lze charakterizovat jako tzv. smart klient. Jedná se o koncept mapové aplikace přinášející nástroje, postupy a konvence z desktopové platformy do interaktivních webových aplikací, navíc implementující standardně multimédia. Období mezi lety 2010-2015 lze považovat za vrchol RIA, obzvláště kombinace s novými trendy ve formě servisně orientované architektury a webových (mapových) služeb, umožňovala rozšíření řešení typu ArcGIS Viewer for Flex. Detailně se RIA zabývá Nétek (2015). Nicméně další milník, razantní nástup mobilních technologií po roce 2010⁵⁷, způsobil zásadní změny v globálním měřítku. Mobilní zařízení, přicházející s vlastními operačními systémy, nepodporovaly v té době nejrozšířenější geoinformační technologie. Soudobé mapové aplikace byly navíc přeplněné (často nevyužívanými) nástroji⁵⁸.

55 První verze Google Maps byla uvolněna 8. 2. 2005, API následovalo 29. 6. téhož roku (Reid, 2020)

56 Dokud nezačal v roce 2011 částečně (a následně v roce 2018 plně) omezovat své bezplatné využití, čehož využily alternativní platformy typu Leaflet, Mapbox či MapTiler. Na přelomu 2010/2011 využívalo Google Maps API přes 350 000 stránek (Feldman, 2011)

57 První verze OS Android představena 30. 4. 2009, iPad firmy Apple byl uveden 27. 1. 2010

58 Na minimální pružnost a uživatelskou (ne)přístupnost tehdejších mapových aplikací reagují články 'Why Map Portals Don't Work' (Timoney 2013), 'Web Map Portals Must Die' (MangoMap 2013)

Pomyslným hřebíčkem do rakve bylo uvolnění odkládané specifikace HTML5 v roce 2014⁵⁹. S rozvojem HTML5 se řešení vyžadující jakékoli instalace (ať už do operačního systému-software nebo prohlížeče-plugin) stávají technologicky překonané i uživatelsky méně preferované, nemluvě o možnostech, které HTML5 v kombinaci s CSS3 přináší pro optimalizaci pro mobilní zařízení, tzv. responsivní design. Po roce 2015 víceméně ustupují všechny původní technologie na úkor **trojice jazyků HTML5 + CSS3 + JavaScript**. Vedle stále dominantní Google Maps a řešení Esri tato etapa nahrává vzniku alternativ ve formě open source knihoven (Leaflet, OpenLayers, geojson.io), vlivu participativního mapování (OpenStreetMap), z pohledu technologické infrastruktury se stále více prosazují cloudová řešení (ArcGIS Online, Mapbox, CARTO, GIScloud, MapTiler apod.). Vedle zemí, které preferují vlastní produkty na základě politického systému (Čína, Rusko), nedisponuje Google Maps monopolním postavením na trhu vyhledávačů a mapových aplikací (pro koncové uživatele) pouze v několika málo zemích po celém světě⁶⁰. Mezi světové unikáty lze zařadit situaci v České republice, kde se na úkor Google Maps prosazuje (původně) lokální řešení Mapy.cz⁶¹, obzvláště poté co v roce 2018 Google Maps API přechází na kompletně placený model. Situace je reflektována v diverzifikaci trhu a orientaci na potřeby uživatelů. Ve výsledku vede k vyššímu uplatnění map v širokém spektru oborů – uživatel má k dispozici pestrou škálu řešení, od obecných a globálně dostupných produktů, až po specializovaná na míru uzpůsobené aplikace.

<!-- Ohlédnutí za jednotlivými érami a trendy webové kartografie přináší články „Review of Web Mapping: Eras, Trends and Directions“ (Veenendaal a kol., 2017) a „Web Mapping 2.0: The Neogeography of the GeoWeb“ (Haklay a kol., 2008), případně kapitola „GIS in the Web Era“ v publikaci „Web GIS: Principles and Applications“ (Fu a kol., 2011).

Zásadní milníky webové kartografie:

1969 – ARPANET

1989 – HTTP; WWW

1994 – UMN MapServer; Open Geospatial Consortium (OGC)

1993 – HTML; Xerox PARC Map Viewer

1995 – Java; JavaScript

1996 – MapQuest

2000 – ArcIMS 3.0

2001 – GeoServer; SVG

2004 – OpenStreetMap; NASA World Wind; Yahoo Maps

2005 – Google Maps; Google Maps API; Google Earth;

2006 – OpenLayers; Wikimapia

2007 – StreetView; The State of the Map (první OSM konference)

2008 – GeoJSON; MapTiler

2010 – iPad; Mapbox

2011 – Leaflet; CARTO

2012 – ArcGIS Online; Apple Maps

-->

⁵⁹ Finální specifikace HTML5 byla vydána 28. 10. 2014, nicméně základní elementy byly již známy a využívány od prvního návrhu z roku 2008

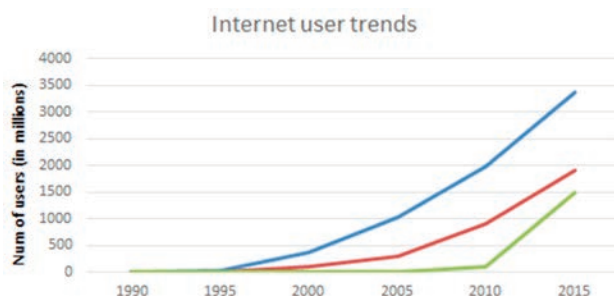
⁶⁰ Japonsko, Jižní Korea, země Latinské Ameriky

⁶¹ Zajímavé (subjektivní) porovnání z pohledu uživatele přináší <https://www.zive.cz/clanky/google-mapy-vs-mapycz-ktere-internetove-mapy-jsou-lepsi/sc-3-a-195976/default.aspx>, nejvěrohodnější objektivní statistiky přináší <https://www.similarweb.com/top-websites/category/reference-materials/maps/>

4 Vliv internetu na současnou kartografii

Od přelomu tisíciletí strmě narostl počet uživatelů internetu, respektive webu. Statista (2020) uvádí, že v roce 2019 počet uživatelů překonal 4 miliardovou hranici (4,13 miliardy)⁶². Vzhledem ke globální dostupnosti internetu, stoupl také počet mapových řešení dostupných skrze web i počet jejich uživatelů. Zatímco v roce 2003 dosáhla (tehdy populární) aplikace Multimap 1 miliardy zhlédnutí (Feldman, 2011), v roce 2020 navštíví 1 miliarda uživatelů jen Google Maps za jediný měsíc (Google Maps Platform, 2020).

Webové mapy snadno a v přehledné formě poskytují aktuální informace. Jedna ze zásadních předností oproti mapám v tradiční tištěné formě je právě aktuálnost dat. Webové řešení dokáže za výrazně menšího úsilí i nákladů proces vydání či aktualizace mapy zkrátit na zlomek času, který by byl nutný k distribuci map na papíře. Dle Voženilka (2009) „dnes lze mapu sestavit v reálném čase přímo z aktualizovaných prostorových databází. Publikování map na internetu se opírá především o globální dostupnost datových sad, nezávislost tvorby map na platformě, poměrně levný software a jednoduchý způsob ovládání internetových aplikací. Mapy se stávají dostupnějšími a populárnějšími“. Na druhou stranu jsou dostupnější pro veřejnost také nástroje pro tvorbu map. Kartografie se tak nestává pouze doménou odborníků, ale dochází k tzv. **demokratizaci kartografie** (Rød a kol. 2001, Butler 2006). Cíl mapy však zůstává stejný – podat uživateli prostorové informace a umožnit interpretaci nad prostorovými daty.



Obrázek 12: Rostoucí trendy v oblasti internetu (převzato z Veenendaal a kol., 2017)

</>

⁶² Ve stejném roce na území České republiky to bylo 7 miliónů (idnes, 2019)

Je potřeba si uvědomit, že veškeré rozdíly a specifika oproti konvenčním papírovým mapám vycházejí primárně z odlišného média, na kterém je mapa dostupná. Nikoliv pouze vizualizace mapy v digitálním prostředí, ale internet jako médium je nejdůležitějším předpokladem. Fakt, který zcela zásadně posléze ovlivňuje technologické, datové, uživatelské i kartografické aspekty. Moderní technologie a nové přístupy přinášejí do webové kartografie impulsy, na které je potřeba reagovat. U tradiční kartografie, jejíž výstupy dnes plně obhospodařují desktopové nástroje GIS v kombinaci s grafickými editory, se jedná o publikování map v analogové případně digitálně-statické verzi. V případě, že uživatel očekává interaktivitu a implementaci multimediálních prvků při zobrazení skrze webovou stránku či na mobilu, je potřeba využít principů webové kartografie. Jak uvádí Néték a kol. (2014) „tradiční přístup práce s GIS má stále mnoho omezení, a to zejména v možnostech sdílení a ukládání dat či programů“. Trendem obecně ve všech oblastech IT, posléze přecházející i do navazujících oborů jako kartografie a geoinformatika, je distribuce dat i programů prostřednictvím internetu.

Principem webové kartografie je minimalizace prostředků nutných k užití mapového produktu. Uživatel nemusí mít k dispozici data uložená lokálně ani nainstalovaný software, vše probíhá ve webovém prostředí. Interní datové sady mohou být uchovávány v cloudovém prostředí, uživatel si jen připojí do svého rozhraní požadovaná data bez nutnosti opakovaného stahování či opakovaně duplicitního šíření skrze tradiční média (flash-disk, DVD apod.). Za již ustálený způsob práce s daty lze považovat využití standardizovaných mapových služeb (WMS, WFS apod.), de facto připojení vzdáleně hostovaných vrstev.

Základní charakteristikou uživatelského pracovního prostředí je absence jakéhokoliv instalačního procesu, aplikace jsou dostupné pouze skrze webový prohlížeč, uživatel proto nepotřebuje žádný specializovaný software. Z uživatelského pohledu je zásadní rozdíl v interaktivitě. Dnešní aplikace ji plně integrují, funkcionalita jako plynulá změna měřítko, dotykové ovládání, či uživatelské nastavení vrstev je dnes již považována za samozřejmost. Základní odlišnosti mezi desktopovým a webovým přístupem k tvorbě kartografických děl ilustruje Tabulka 2, následující přehled shrnuje základní charakteristiky a z nich plynoucí výhody oproti analogickým mapám. Na druhou stranu, **zdánlivé výhody webových map lze mohou ovlivnit mapový produkt i v negativním smyslu.** Zneužitím volnosti nebo nevhodným uplatněním metod, které webová platforma umožňuje (přemíra interaktivity a multimediálních prvků, zneužití fluidní kompozice, velký objem dat aj.), lze jednoduše zničit potenciál předkládané mapy.

 Základní charakteristiky produktů webové kartografie:

- Nezávislost na zvolené platformě, operačním systému či prohlížeči
- Podpora zobrazení na mobilních zařízeních (tablety, chytré telefony)
- Běh aplikace v prostředí (libovolného) internetového prohlížeče
- Nevyžadující žádné instalace
- Vlastnosti a zvyklosti z desktopového prostředí
- Okamžitá odezva bez nutnosti znovunačítání a čekání
- Intuitivní a uživatelsky přívětivé uživatelské rozhraní
- Kombinace různých zdrojů a typů dat
- Zobrazení prostorové i atributové složky
- Intenzivní využití multimédií

** Výhody webové mapy oproti konvenční papírové mapě:**

- Operativní změna měřítka a rozsahu mapy
- Interakce s objekty v mapě
- Přístup k neprostorovým/doplňujícím informacím
- Podpora multimédií
- Rychlá aktualizace dat
- Rychlé, snadné a levné šíření map mezi cílové skupiny
- Uplatňování proměnných dynamických kartografických znaků
- Individuální přizpůsobení obsahu mapy, kompozice a vyjadřovacích metod

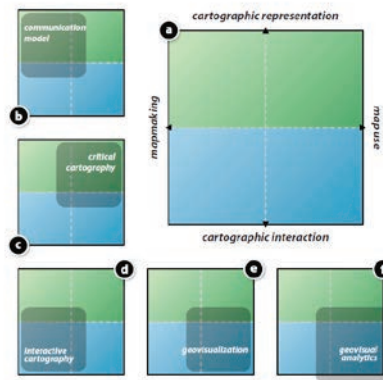
<table> **Tabulka 2: Porovnání procesu tvorby mapových výstupů v desktopovém a webovém řešení**

	Desktopové řešení	Webové řešení
Výstup	Tisk, statické digitální zobrazení, částečně web	Pouze pro web
Instalační proces	Vyžadován vždy	Vyžadovaný výjimečně
Vyžadované prostředky	Data + nainstalovaný software	Editor kódu nebo cloudová aplikace + webový prohlížeč
Data	Souborové formáty (zpravidla lokálně), webové služby	Souborové formáty (hybridní přístup), webové služby
Interaktivita	Různá (nízká-střední)	Různá (nízká-vysoká)
Využití multimédií, 3D, animací	Nízké	Vysoké
Závislost na platformě	Závislé na operačním systému	Nezávislé na operačním systému či zařízení, nutná kompatibilita s prohlížeči
Funkcionalita	Vysoká, včetně pokročilých analýz	Nízká, primárně pro vizualizaci
Kartografické metody	Standardní, ojediněle nové možnosti	Specifické i standardní
Zobrazení	Pouze na PC v daném softwaru	PC/tablet/mobil, bez softwaru
Distribuce dat a výstupů	Vyžaduje export, duplicitní kopírování	Snadná
Aktualizace, dostupnost	Omezená procesem publikace	Online 24/7

</table>

Ruku v ruce s technickým vývojem je potřeba uvažovat o evoluci z pohledu koncepčního. Návštěvník mapové aplikace na webu již není postaven do pozice pouhého pasivního uživatele (prosté prohlížení statických produktů), ale rozšiřuje se na roli aktivního uživatele interaktivních map (ovládá interaktivní prvky, specifikuje obsah). Na druhé straně spektra je dostupná role tvůrce map – vývojáře, který se přímo podílí na návrhu, tvorbě a správě mapových řešení. Oproti tradičním přístupům a jasně definovaným rolím v konvenční kartografii, dochází v internetovém prostředí ke změně paradigmatu, na který bylo potřeba reagovat. MacEachren

(1994) představuje svůj model využívání map na principu krychle „the map cube“, který následně revidují Kraak a Ormeling (1996), kdy jedna z os znázorňuje „map-use“. V kontextu rozšíření pojmu geovizualizace (viz kapitola 2.7) podle MacEachrena a Kraaka (2001), dochází k definování schématu **map-making vs. map-use** (Roth, 2013). U konvenčního přístupu, proces map-making podle Vondrákové a Voženilka (2016) „zahrnuje znázornění objektů a jevů reálného světa do mapy. Uživatel ji vnímá (percepce), vytváří si vlastní virtuální obraz reality, kterou následně analyzuje (kognice) a formuluje poznatky a informace (interpretace), které mapa zprostředkovává“. Jedním z obecných specifik oblasti webové kartografie je skutečnost, že uživatele mapového produktu **nelze omezit na pouhého pasivního čtenáře mapy**. Interakcí s mapou, jejím obsahem i vyjadřovacími prostředky uživatel přímo ovlivňuje mapu jako výsledek geovizualizačního procesu



Obrázek 13: Umístění vybraných pojmů do schématu map-use vs. map-making podle Roth (2013)

</>

Obecně se kartografie v digitálním prostředí odlišuje od analogových výstupů v celé řadě aspektů. Analogicky k jiným dílčím kartografickým disciplínám (astronomická, matematická, tematická, atlasová apod.), má také webová kartografie své specifika. Je evidentní, že není jen formální podmnožinou kartografie, na kterou by se dala aplikovat původní pravidla a myšlenky. Je potřeba se zaměřit na rozdílný obsah mapy (tematické, topografické, obecně geografické, katastrální), metody kartografické vizualizace (multimédia, interaktivita, efekty), odlišnou kompozici (tradiční i specifické provedení kompozičních prvků, specifické nástroje a funkce), technologické pozadí (princip digitálního zobrazení na monitoru, serverová architektura) a legislativní náležitosti. Proto je webovou kartografií třeba chápat jako jako svébytnou a plnohodnotnou součást vědního oboru kartografie s řadou odlišností vůči kartografii tradiční.

Hlavní část předkládané publikace je věnována rozboru výše uvedených specifik, a to z pohledu následujících aspektů: obecných, kartografických, technologických, legislativních a ekonomických, datových a geoinformatických (softwarových). Při respektování kartografických pravidel si klade za cíl jasné odlišení vlastních principů a specifik, vyplývající primárně z odlišného média.

<!-- Aktuální trendy v oblasti GIS, velmi úzce provázané s oblastí webové kartografie, diskutují mj. příspěvky „Five GIS Trends Changing the World according to Jack Dangermond, President of Esri“ (Dangermond, 2020), „Four major trends in GIS market by 2024“ (Walimbe, 2020) nebo „Emerging Computing Trends, Web GIS Tools, and Forecasting Methods for Geospatial Environmental Decision Support in Service of Complex Land Management Challenges“ (Matney, 2019). -->

-->

5 Obecné předpoklady zobrazení dat na webu

Vizualizace jakéhokoliv typu dat prostřednictvím webu vychází z obecných principů internetu. V nejobecnější podobě se jedná o přenos informací digitální formou se všemi náležitostmi z toho vyplývající. Zásadním předpokladem je zobrazení výstupu prostřednictvím monitoru, což s sebou přináší specifika webového prohlížeče, barevného schématu a grafiky. Následující podkapitoly přinášejí popis obecných předpokladů, které je nutné zcela automaticky respektovat, jako elementární předpoklady pro zobrazení dat na webu.

Podle Voženílka (2004) existují dvě skupiny faktorů ovlivňující tvorbu kartografických znaků: technické a fyziologické. Technické faktory jsou závislé na zobrazovacích technologiích (např. nejmenší šířka čáry), fyziologické faktory jsou ovlivněny vlastnostmi zrakového orgánu. Jak doplňuje Voženílek, Kaňok a kol. (2011) „*digitální technologie snižují hodnoty technických faktorů výrazně pod hodnoty fyziologických parametrů*“. Níže uvedené, jsou technické faktory, které přímo ovlivňují vizualizaci výsledného kartografického produktu ve webovém prostředí.

5.1 Digitální forma

V posledních desetiletích došlo k zásadní transformaci zpracování informací. Etapu od 70. let minulého tisíciletí lze označit jako digitální revoluci (nebo též třetí průmyslovou revoluci), která je charakteristická intenzivním zaváděním informačních technologií, prakticky do všech oblastí, kartografii nevyjímaje (Čerba, 2011). V kartografii postupně digitální tvorba nahrazuje tvorbu analogovou, díky zavádění digitální technologie do kartografie byla prakticky ukončena ruční kartografická tvorba, je nahrazena prací v počítačovém prostředí (Dobešová a kol., 2013). Podle Voženílka (2007) je současný proces mapování a tvorby map díky digitálním technologiím dynamičtější, pružnější a interaktivnější.

 Přenos informací v digitální formě je založen na binární soustavě využívající dvojici čísel: 0 a 1. V obecné rovině uvedená dvojice hodnot odpovídá dvěma stavům elektrického obvodu (vypnuto a zapnuto). V informatických systémech je výchozí jednotkou informace bit (1b), který můžeme považovat za informaci typu ano/ne (případně platí/neplatí). 8 bitů tvoří jednotku byte (1B). Oproti desítkové soustavě, jsou násobky v dvojkové soustavě založeny na mocnině dvou, proto jsou jednotlivé násobky rovny 1024 ($2^{10} = 1024$).

1B = 8 bitů / 1kB = 1024 B / 1MB = 1024kB / 1GB = 1024MB / 1TB = 1024GB

V kartografii se uplatňuje pojem digitální (případně elektronická) mapa, jako dílo uložené na paměťovém médiu v digitální formě (Plánka, 2014). Slovník VÚGTK (2020) definuje digitální mapu jako „digitální záznam obsahu a konstrukčních (případně jiných) prvků mapy, které je možno vizualizovat a zpracovávat pomocí počítačového systému“. Mezi největší výhody digitálních map patří široká dostupnost a rychlá aktualizace (Dobešová a kol., 2013). Obecně dochází k zrychlení a zefektivnění tvorby map, neboť oproti analogovým výstupům (které jsou z podstaty věci při publikaci již zastaralé), digitální produkty umožňují zkrátit čas publikace na minimum nebo dokonce v reálném čase. Naopak podle Voženíka (2007) může být problémem užívání velkého množství datových formátů, které jsou často vázány na konkrétní softwarový produkt nebo je jejich používání omezeno operačním systémem či platformou.

<table> Tabulka 3: Charakteristiky papírové vs. digitální mapy

	Papírová mapa	Digitální mapa
Zobrazovací médium	Vytištěna na fyzickém médiu (papír, dřevo, plast, plátno apod.)	Zobrazena na monitoru
Závislost	-	Na energii, příp. internetovém připojení
Uložení	Uložena na fyzickém médiu (vyžaduje prostor pro uskladnění)	Uložena na digitálním médiu (vyžaduje příslušné médium)
Použití	Použití nevyžaduje žádnou infrastrukturu, hardware ani software	Zobrazení vyžaduje hardware, příp. specializovaný software a/nebo internetové připojení
Rozměr média	Omezený papírem (zpravidla větší rozměr)	Omezený plochou zobrazovacího zařízení (zpravidla menší)
Manipulace	Lze fyzicky manipulovat (složit)	Nelze manipulovat
Dynamika	Omezená (specifické vyjadřovací metody)	Neomezená
Interaktivita	Bez interaktivity	Různá úroveň interaktivity (změna měřítka, pozice apod.)
Multimédia	Bez multimédií	Plná podpora
Aktualizace	Časově i procesně náročná	Výrazně jednodušší
Aktuálnost	Odpovídající okamžiku sběru dat	Lze i v reálném čase
Rozsah	Omezený na jedno území	Neomezený, možnost volby

	Papírová mapa	Digitální mapa
Měřítko	Omezené na jednu úroveň	Neomezené, možnost volby
Úhel a orientace zobrazení	Omezené na jedno zobrazení (zpravidla 2D)	Možnost volby orientace a úhlu zobrazení (včetně 3D)
Dostupnost	Omezená (nutné obstarat si konkrétní fyzický výtisk mapy)	Možnost zobrazit si mapu kdykoliv, kdekoliv
Šíření	Omezené, pouze kopie	Jednoduché (datová média, email, online, ...)

</table>

<h2> 5.2 Obrazovka a webový prohlížeč jako zobrazovací médium

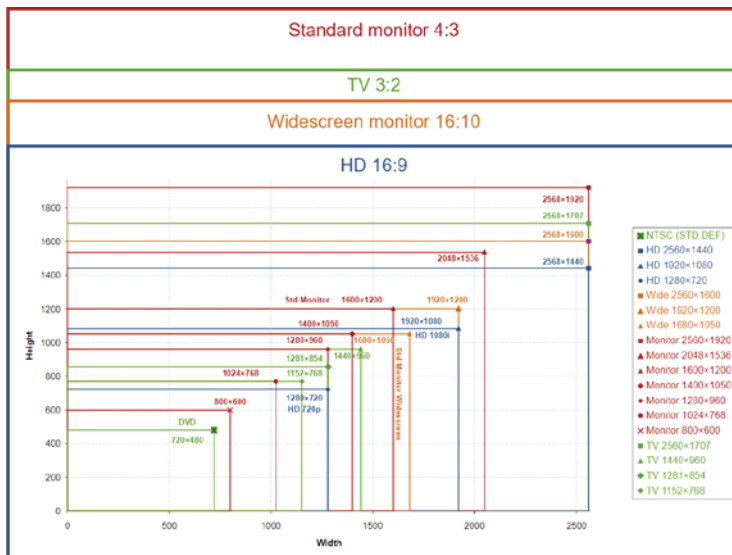
</h2>

Zatímco pro vizualizaci tištěných map se využívá médium analogového charakteru (papír), informace v digitální formě vyžadují digitální médium. Tím je v drtivé většině případů obrazovka monitoru případně displej mobilního telefonu či tabletu. Z pohledu vizualizace⁶³ výstupu je digitální zobrazovací zařízení charakteristické základními parametry: barevným schématem, rozměry a rozlišením.

Barevnému schématu RGB, používaném výhradně pro zobrazení na monitorech a obrazovkách, se věnuje následující kapitola. Rozměry zobrazovacího zařízení lze definovat jeho výškou a šířkou, sekundárními parametry jsou úhlopříčka, orientace a poměr stran. Při vývoji i optimalizaci mapových aplikací je výrazně preferováno uvedení konkrétních rozměrů v absolutních hodnotách včetně jednotek (např. 800 x 600 px), neboť stejné úhlopříčky lze dosáhnout různými rozměry stran. Zatímco v analogové kartografii je výsledná vizualizace optimalizována pro jediný výstup fixních rozměrů, u webové kartografie se setkáváme s celou řadou rozměrů zobrazovacích zařízení: od malých mobilních telefonů, přes tablety a notebooky, až po širokoúhlé projektory či smart TV. **Jedním z elementárních principů webové kartografie je fakt, že mapový výstup je uživateli konzumován na zobrazovacích zařízeních různých rozměrů**, čemuž autor musí přizpůsobit proces tvorby i výsledek. Pravdou je, že v praxi dochází k jistému vyčlenění mobilních zařízení (kapitola 2.5), nicméně jinak uživatel očekává bezproblémové zobrazení mapové aplikace bez ohledu na použité zařízení nebo velikost obrazovky⁶⁴, proces optimalizace pro mobilní zařízení (kapitola 7.5) je považován za samozřejmost.

⁶³ Pomineme-li technologické řešení (CRT, LCD, LED, OLED, plazma, IPS apod.) a jejich odlišnosti (obnovovací frekvence, odezva, výkon apod.)

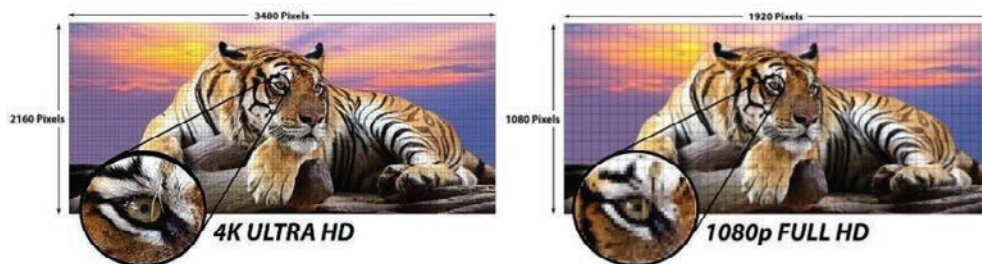
⁶⁴ Přičemž rozdíl mezi monitorem notebooku a ultrawide monitorem může být i několikanásobný (11" až 34")



Obrázek 14: Na trhu jsou k dispozici celé spektrum zařízení s odlišnými rozměry i poměry stran (zdroj: Kyk, 2008)

</>

Parametrem závislým na rozměrech obrazovky je **rozlišení**. Udává počet pixelů zobrazených na zobrazovacím zařízení (obrazovce/monitoru/displeji), lze identifikovat poměrem zobrazovacích bodů (např. 1920 x 1080 px), případně hodnotou DPI (dots per inch) nebo vhodněji PPI (pixels per inch)⁶⁵. Jedná se o hodnotu uvádějící, kolik obrazových bodů (pixelů) se vměstná na plochu 1 palce (2,54 cm). Obecně řečeno, se zvyšujícími se rozměry monitorů roste i jejich rozlišení, avšak při zachování stejných rozměrů znamená vyšší rozlišení jemnější obraz. Specifickou záležitostí jsou tzv. Retina displeje. Jedná se o řešení „u kterého nejsou uživatelé schopni rozlišit jednotlivé pixely“ (Hruška, 2012). Jejich parametry se liší podle velikosti zařízení a pozorovací vzdálenosti. U displejů s menší pozorovací vzdáleností je použita větší hustota PPI, u displejů s větší pozorovací vzdáleností je PPI menší. Zatímco v analogové kartografii je duplikát stejné mapy dostupný v totožných rozměrech i kvalitě, v digitálním prostředí mohou monitory o stejných rozměrech totožné mapové dílo vizualizovat v mírně odlišných barvách či kvalitě.



Obrázek 15: Kvalita vykreslení obrazu je mj. závislá na rozlišení obrazovky (převzato z Alza, 2019)

</>

65 Přepočítání hustoty pixelů (PPI) vůči výšce a šířce nabízí <https://tinyurl.com/webkar28>

<!-- Databázi rozměrů a rozlišení mobilních telefonů i monitorů přináší projekt Screen Siz.es ⁶⁶. -->

V neposlední řadě, hraje při vizualizaci výstupů webové kartografie roli samotný **webový prohlížeč**. Prohlížeč (angl. browser) je software sloužící pro zobrazení webových stránek jako produktu služby WWW. Je prostředníkem v komunikaci mezi uživatelem a počítačem, čímž zprostředkovává interaktivitu. De facto zastává roli zobrazovacího média, neboť je zodpovědný za vykreslení webové stránky ze zdrojového kódu. O vykreslení (tzv. vyrendrování) se stará renderovací jádro prohlížeče (angl. browser engine). Interpretace zdrojového kódu (z jazyka HTML) je závislá jen a pouze na prohlížeči. I přes snahu o co nejvyšší míru sjednocení⁶⁷, **mohou různá prohlížečská jádra totožný obsah vykreslovat odlišně**⁶⁸. Tento fakt, je potřeba brát v potaz především u specifických skupin uživatelů (rozvojové oblasti, senioři či státní správa – obecně oblasti, kde lze očekávat nižší IT gramotnost nebo zastaralou infrastrukturu) či uživatelů se specifickými potřebami (barvoslepi, armáda).

 Existence různých webových prohlížečů je jedním z důvodů, proč nelze ve webové kartografii trvat a reálně docílit 100 % totožného zobrazení napříč všemi výstupy. Na druhou stranu by mělo vždy být snahou autorského týmu mapový produkt optimalizovat a otestovat na co nejširším spektru zařízení.

<h2> 5.3 Barevné schéma </h2>

Monitory či displeje využívají pro zobrazení barev barevného modelu RGB (red-green-blue). Jedná se o model barev založený na aditivním míchání trojice základních barev: červené, zelené a modré. Principem je sčítání jednotlivých složek světla, jejich součet dává barvu výslednou. Jakákoliv vyobrazená barva na monitoru je udána kombinací tří hodnot (barev), z nichž každá může nabývat rozmezí 0-255⁶⁹. Přehled základních kombinací barev podává Tabulka 4. Rozšířením modelu RGB o průhlednost (alfa-kanál), vzniká model RGBA – čtvrtým parametrem je průhlednost v rozmezí hodnot 0-1⁷⁰. Kanál alfa je zásadní pro nasazení vyjadřovacích metod využívajících průhlednost (kapitola 6.6.5). Ve webovém prostředí je preferován zápis barev pomocí hexadecimálního zápisu, nicméně příslušnou barvu lze zapsat (a prohlížeč ji vykreslí totožně) pomocí zápisu RGB/RGBA, HSL, případně pomocí tzv. pojmenovaných barev (Obrázek 16). Barevný model CMYK se pro zobrazení v digitální prostředí nevyužívá.



Obrázek 16: Schéma zápisu červené barvy v hexadecimálním zápisu, RGB a HSL </>

⁶⁶ <https://screensiz.es>

⁶⁷ Dodržování standardů World Wide Web Consortium (W3C)

⁶⁸ Typicky Internet Explorer nebo Safari pro Windows. Při použití aktuálních verzí majoritních prohlížečů (Chrome, Firefox, Edge, Opera, Safari) k odlišnostem dochází pouze sporadicky.

⁶⁹ Při barevné hloubce 8 bit

⁷⁰ Udává se jako desetinné číslo, např. 0.5 (0 lze vypustit, proto je přípustná i hodnota „.5“). 0 = neprůhledné, 1 = zcela průhledné

Způsoby **zápisu barev** ve webovém prostředí jsou následující:

- **HEX** – trojice složek RGB (red, green, blue) v hexadecimální zápisu, každá složka nabývá hodnot 00-FF, např.: #FF0000; výchozí a preferovaný typ zápisu
Alternativně lze použít i zkrácenou variantu, např.: #F00
- **RGB** – trojice složek RGB (red, green, blue) oddělené čárkou, každá složka nabývá hodnot 0-255, např.: rgb(255, 0, 0)
Alternativně lze hodnoty zapsat procentuálně v rozmezí 0%-100%, např. rgb(100%, 0%, 0%)
- **RGBA** – totožné s předcházejícím, doplněné o kanál alfa (průhlednost) v rozmezí 0-1, např.: rgba(255, 0, 0, 0.5)
- **Pojmenované barvy (colour name)** – anglický překlad vybraných cca 140 základních barev⁷¹, např. red. Pozor, pojmenovanými barvami nelze postihnout celé spektrum barev!
- **HSL** – barevný model kombinující trojici složek tón, sytost, světlost (Hue, Saturation, Lightness), každá ze složek nabývá hodnot 0%-100%, např.: hsl(0, 100%, 50%).
Ve webovém prostředí se používá velmi omezeně, jen jako alternativní forma zápisu.

<table> **Tabulka 4: Schémata zápisu vybraných barev**

Barva	HEX	R	G	B	Pojmenované barvy
černá	#000000	0	0	0	black
červená	#FF0000	255	0	0	red
zelená	#00FF00	0	255	0	green
modrá	#0000FF	0	0	255	blue
žlutá	#FFFF00	255	255	0	yellow
purpurová	#FF00FF	255	0	255	purple
azurová	#00FFFF	0	255	255	aqua
bílá	#FFFFFF	255	255	255	white

</table>

Vhodně zvolený barevný model a správný formát zápisu jsou pouze nutné prekvizity pro vlastní využití barev na webu. Korektní použití barev v kartografii se opírá o znalosti obecné teorie barev (blíže popisuje např. Voženílek, Kaňok a kol., 2011), o odborné znalosti pro nasazení barev pro kvalitativní, kvantitativní či specifické jevy (podrobně se věnují např. Miklín a kol., 2018; Voženílek, Kaňok a kol., 2011; Slocum a kol., 2009; Brewer, 1994) a v neposlední řadě o vzájemné vztahy barev. Použité barvy mezi sebou mají určitý vztah, nelze je kombinovat libovolně. Vedle výše zmíněných zdrojů kartografické literatury lze pro tuto problematiku doporučit zejména díla Brewer (2005) nebo Brychtové (2015) a jejich online nástroje.

⁷¹ <https://htmlcolorcodes.com/color-names/>

 Dvojice nástrojů „Sequential color scheme generator“⁷² (Brychtová, 2015) a „ColorBrewer“⁷³ (Brewer 2005) umožňuje stanovení korektních barevných schémat plošných a liniových symbolů i kartogramů. „CARTOCOLORS“⁷⁴ umožňuje porovnání mezi různými barevnými schématy online.

I když je pomocí HEX nebo RGB zápisu možné definovat libovolnou barvu spektra, existuje **paleta doporučených barev (Web Safe Colours)**. Jedná se o podmnožinu barev RGB, které obsahují barvy, u kterých se lze spolehnout na věrné zobrazení na všech zobrazovacích zařízeních i softwarových systémech. Použití Web Safe Colours je jedním z kroků, jak docílit shodného vykreslení barev napříč různými zobrazovacími zařízeními, především v ohledu ke starším modelům a řešením (zpětná kompatibilita). Vlastní vykreslení barev je záležitostí technického řešení monitoru a jeho parametrů (jas, kontrast, gama). Totožný **obraz proto může na různých monitorech být vykreslen jinak⁷⁵, aniž by to autor nebo uživatel mohl jakkoliv ovlivnit**. Do jisté míry lze tento problém eliminovat kalibrací monitoru. Nicméně základním nástrojem kontroly barev je testování na více zařízeních s různými obrazovkami.

<h2> 5.4 Vektorová a rastrová grafika </h2>

Webová vizualizace využívá dvou odlišných způsobů vyobrazení grafických elementů: pomocí **rastru nebo vektoru**. Základem rastrové grafiky je pixel, bezrozměrná jednotka digitální informace. Rastrová grafika je matice skládající se z jednotlivých pixelů v pravidelně uspořádané mřížce. Její rozměry lze snadno vyjádřit výškou a šířkou, resp. vertikálním a horizontálním počtem pixelů v obrazu. Každý pixel nese informaci – u grafiky se jedná o hodnotu barvy příslušného pixelu v závislosti na datové (barevné) hloubce⁷⁶. Základní charakteristikou rastrově uložených dat, je ztráta kvality při přiblížení tzv. rasterizace. Obecně, rastrová grafika je vhodná pro ukládání digitálních fotografií, naskenovaných map apod. Mezi nejnámější rastrové formáty obecně lze zařadit TIFF, JPG, PNG, GIF, specifické geo-formáty jako např. GeoTIFF nebo webové služby WMS, WMTS apod.

Ve vektorovém modelu jsou jednotlivé prvky obsahu reprezentovány jako body, linie a polygony, jejich průběh je definován křivkou⁷⁷ v kombinaci s informací o grafické podobě (barva, tloušťka, průhlednost apod.). Každý bodový prvek tvoří dvojice souřadnic, linie a polygony jejich uspořádaná posloupnost. Vektorová grafika je charakteristická neměnným vykreslením, při přiblížení/oddálení nedochází ke ztrátě kvality, obraz zůstává stále stejně ostrý, teoreticky jej lze přibližovat donekonečna. Mezi vektorové formáty obecně lze zařadit univerzální SVG, AI či PDF⁷⁸ nebo specifické geo-formáty SHP, KML, GML, GeoJSON apod.

⁷² <http://eyetracking.upol.cz/color/>

⁷³ <https://colorbrewer2.org/>

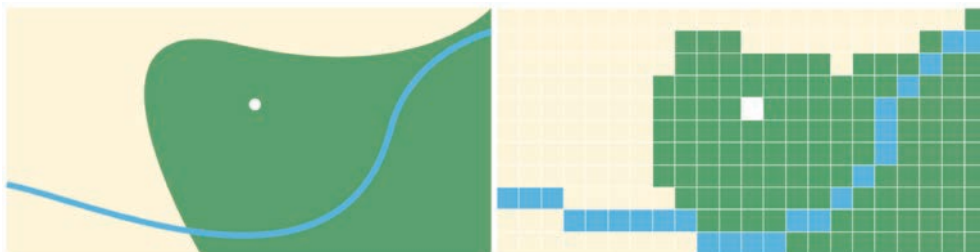
⁷⁴ <https://carto.com/carto-colors/>

⁷⁵ Nebereme-li v potaz externí podmínky (osvětlení/oslnění, protisvětlo, úhel pozorování apod.)

⁷⁶ 1bitová barva = 2 barvy, 8bitová barva = 256 barev, 24bitová barva = 16 777 216 barev, atd.

⁷⁷ Vyjádřenou matematickou rovnicí nebo tzv. Bézierovou křivkou

⁷⁸ PDF však umožňuje nést i rastrovou grafiku



Obrázek 17: Grafické porovnání reprezentace dat v vektoru (vlevo) a rastru (vpravo) (převzato z Miklín a kol., 2018)

</>

Je potřeba mít na paměti, že v oblasti webové kartografie (ani při užití grafiky obecně) **neexistuje žádné univerzální řešení – oba přístupy mají své výhody a nevýhody**, jsou vhodné pro určité charakteristiky dat, je mezi nimi zásadní rozdíl. Jak uvádí Miklín a kol. (2018) „vektorová reprezentace se skládá z jednotlivých prvků, které obvykle odpovídají reálným objektům, a platí přímý vztah mezi reálnými a digitálními objekty, s nimiž také jako s objekty můžeme pracovat a v databázi k nim uchovávat neomezené množství informací o vlastnostech“.

Na druhou stranu u rastrových geodat je vztah mezi počítačovou reprezentací a reálným objektem méně zřejmý, vymezení jednotlivých objektů vyžaduje určitou míru interpretace, uchování vlastností je omezené nejen hodnotou (pouze čísla) ale i vztahem. Zatímco u vektorového modelu je atribut spojen s každým vektorovým prvkem, v rastrovém modelu je atribut vázán k celé buňce rastru (Pavlíček, 2019). Rastrová data jsou přirozeným výstupem leteckých či satelitních snímků, zatímco vektorová data jsou přirozeným výstupem z geodetických měření či laserového skenování (Miklín a kol., 2018). Problematikou vhodných formátů a přístupů pro podkladové mapy a tematické (překryvné) vrstvy se blíže věnuje kapitola 9.1.

6 Kartografické aspekty webových map

Vedle obecných předpokladů hrají nejpodstatnější roli při tvorbě mapových výstupů aspekty ryze kartografické. Uplatnitelnost některých pravidel a konvencí, která jsou po desetiletí ustálena v analogové kartografii, může být na webu obtížná. Naopak **existují metody a principy, které konvenční kartografie nezná**. Zatímco u analogových výstupů připravovaných tradiční cestou nemá smysl polemizovat o základních kompozičních prvcích, ve webových mapách lze sledovat eliminaci či modifikaci některých kompozičních prvků (název mapy, číselné měřítko, tiráž). U legendy v soudobých aplikacích lze polemizovat o jejím smyslu (Kraak, 2018), případně dochází k jejímu sloučení s tzv. Table of Content. Ve webových mapách dochází k obměně tradičních kompozičních prvků nebo se objevují kompoziční prvky zcela nové (interaktivní prvky, vyskakovací okna, náhledová mapa, odečítání souřadnic, swipe obrazovky apod.). Zatímco v desktopovém prostředí je celková kompozice mapového výstupu pevně daná, u webového řešení, které se přizpůsobuje zobrazovacímu zařízení (tzv. responsivní design), lze provést zásadní změnu kompozice. Rozdílný přístup k vizualizaci dat a nové typy formátů přinášejí do webové kartografie specifické vizualizační metody (shlukování, heat-mapy, grid, průhlednost), naopak aplikace některých metod (šrafování) není zcela jednoduchá. Následující kapitoly podávají popis kartografických aspektů z pohledu konstrukčních základů, konvenčních i specifických kompozičních prvků, vyjadřovacích prostředků obecně a konkrétních vyjadřovacích metod tematické kartografie.

6.1 Konstrukční základy

Konstrukční základy kartografických děl vycházejí ze stejné podstaty bez ohledu na fakt, zdali výsledný produkt je dostupný v digitální či analogové formě. Jejich pochopení a uplatnění je nutné pro geometrickou a topologickou správnost map. Dílčí kartografická disciplína, zabývající se problematikou konstrukčních základů map, se nazývá matematická kartografie. Pro detailní seznámení s problematikou matematických a konstrukčních základů lze doporučit specializované texty Čady (2005), Šimbery (2018) či Čapka a kol. (1992). Základní přehled podávají i díla Miklína a kol. (2018), Longley a kol. (2017), Voženílka (2001). Následující text podává přehled nejdůležitějších pravidel a metod nutných pro pochopení publikace webových map.

<table> Tabulka 5: Srovnání základních konstrukčních aspektů map

	Webová mapa	Papírová mapa
Zobrazovaná oblast	Dynamicky dle uživatele, globální rozsah	Pevně daná, fixní
Kartografické zobrazení	Nejčastěji Web Mercator (prostorové zkreslení s narůstající se zeměpisnou šířkou)	Různé, přizpůsobené zobrazované oblasti a měřítku mapy s cílem minimalizace zkreslení
Souřadnicový systém	Systém zeměpisných souřadnic, nejčastěji WGS84	Různé, v závislosti na kartografickém zobrazení
Orientace	Na sever (až na výjimky)	Různá
Úroveň měřítka	Libovolné dle uživatele	Jednotné fixní měřítko

</table>

<h3> 6.1.1 Kartografické zobrazení (cartographic projection)

</h3>

Základním problémem všech analogických i digitálních kartografických děl je fakt, že se snaží zobrazit Zemi jako trojdimenzionální povrch do dvourozměrné roviny (papír, monitor). Z matematické podstaty tento proces nelze nikdy provést 100 % korektně, vždy dojde k určité míře deformace. Procesem matematické transformace do roviny se zabývá matematická kartografie ve smyslu vymezení **kartografických zobrazení** (angl. cartographic projection). Podle Voženilka (2001) je to „způsob, který každému bodu na referenční ploše přiřadí právě jeden bod na zobrazovací ploše“. Kartografické zobrazení je jednoznačně vyjádřeno vztahem (rovnicí) mezi souřadnicemi bodů na referenční a zobrazovací ploše. V historii kartografie vznikla (a stále vzniká) celá řada zobrazení. Obecně řečeno, každé zobrazení má své výhody i nevýhody. Liší se podle zobrazovací plochy (v normální/příčné/obecné poloze) a podle zkreslení (délkojevné/plochojevné/úhlojevné/vyrovňovací). Volba kartografického zobrazení závisí na velikosti a tvaru území, jeho geografické poloze, v neposlední řadě na obsahu a účelu mapy.

<!-- Aplikace „Projection Wizard“⁷⁹ (Jenny a kol., 2017) umožňuje formou interaktivního průvodce volbu správného kartografického zobrazení.

Přehled téměř třiceti nejpoužívanějších kartografických zobrazení v GIS včetně jejich charakteristik podává „Map Projections in ArcGIS“⁸⁰ (Šavrič a Kennedy, 2020).

-->

Aby bylo možné ve webových mapách využívat různá kartografická zobrazení, respektive provádět mezi nimi transformaci, je potřeba **dvou informací – transformační rovnice a jednoznačné identifikace každého zobrazení** či souřadnicového systému. PROJ (dříve Proj.4) je naprosto zásadní knihovna pro transformaci mezi různými souřadnicovými systémy. PROJ využívají prakticky všechna geoinformatická řešení, desktopovými software počínaje, přes webové knihovny, mapovými servery konče. Mezi základní funkce patří transformace bodů z jednoho souřadnicového referenčního systému do druhého, transformace mezi vztažnými body, obsáhlý počet podporovaných kartografických zobrazení a jejich matematických definicí. PROJ využívá definic jednotlivých souřadnicových systémů podle EPSG (Nétek a Burian, 2018). Alternativní

⁷⁹ <https://projectionwizard.org>

⁸⁰ <https://tinyurl.com/webkar1>

možností transformační rovnice je zápis ve formátu Well Known Text (WKT).

European Petroleum Survey Group (EPSG) byla od roku 1986 do roku 2005 vědecká organizace s vazbou k evropskému naftovému průmyslu. Od roku 2005 se pod EPSG rozumí dataset spravovaný nástupnickou organizací IOGP (The International Association of Oil & Gas producers). Jde o databázi zemských elipsoidů, geodetických dat, zeměpisných a kartografických souřadnicových systémů, měrných jednotek a podobně. (Čepický a kol., 2019) Každé kartografické zobrazení a souřadnicový systém má svůj jedinečný **EPSG kód**. Např. souřadnicový systém WGS84 má kód EPSG:4326; zobrazení Web Mercator má kód EPSG:3857 apod., více viz Tabulka 6.

<!-- *Namísto oficiální webové stránky databáze EPSG⁸¹ je vhodnější využít projekt epsg.io⁸² přinášející kompletní přehled včetně exportu do různých formátů.*

-->

Jedním z objektivně největších limitů webové kartografie je volba kartografického zobrazení. Současné mapové nástroje a knihovny umožňují pouze omezený výběr kartografických zobrazení. Globálně dostupné a všeobecně podporované zobrazení nejpoužívanějšími knihovnami je Web Mercator, viz níže. Jiná kartografická zobrazení jsou spíše výjimkou. Jmenovat lze lokální zobrazení (např. aplikace ČÚZK využívající ve výchozím stavu Křovákova zobrazení pro ČR), řešení Esri nebo otevřená mapová řešení typu Google Maps API⁸³, OpenLayers⁸⁴ či Leaflet⁸⁵, které využívají transformaci skrze knihovnu PROJ, na základě definování EPSG kódu.

Kartografické zobrazení Web Mercator (známé také pod pojmy Pseudo Mercator, Spherical Mercator, Google Web Mercator nebo WGS 84 Web Mercator; EPSG:3857⁸⁶) je v současnosti nejpoblárnější a **nejčastěji užívané kartografické zobrazení ve webových mapách**, lze jej označit za „de facto standard“. Využívají jej všechny globální projekty jako Google Maps, OpenStreetMap, Mapbox, Esri, Leaflet, OpenLayers, ale i specializované mapové knihovny. Web Mercator je revidované Mercatorovo zobrazení (souřadnice se z elipsoidu převádějí do roviny pomocí zobrazovacích rovnic pro náhradní kouli) určené pro potřeby zobrazení ve webových mapách. Rozšířilo se po nástupu Google Maps v roce 2005 s příchodem principu dlaždic. Původní Mercatorovo zobrazení roku 1569 je úhlojevné válcové zobrazení v normální poloze. Po zobrazení bodů referenční koule na zobrazovací válec a rozvinutí válce do roviny vznikne pravouhlá síť poledníků a rovnoběžek. Zatímco poledníky jsou zobrazeny ve stejných rozstupech, vzájemná vzdálenost rovnoběžek směrem k pólům vzrůstá. Web Mercator využívá pro stanovení polohy bodu zeměpisné souřadnice (šířka, délka a výška), přičemž využívá souřadnicového systému WGS84, který představuje kartézskou soustavu souřadnic se středem v těžišti Země. Předností Web Mercatora oproti Mercatorově zobrazení je jednodušší výpočet, pravouhlý průběh souřadnicové sítě, kompatibilita s přístroji GNSS a konformita, která snižuje deformaci tvaru ve velkých měřítích (Muehlenhaus, 2014). I přes extrémní oblibu má má zobrazení Web Mercator i své nedostatky⁸⁷ které přebírá z podstaty Mercatorova zobrazení. Směrem k pólům významně

81 <http://epsg.org>

82 <http://epsg.io>

83 <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/examples/map-projection-simple>

84 <https://openlayers.org/en/latest/doc/faq.html>

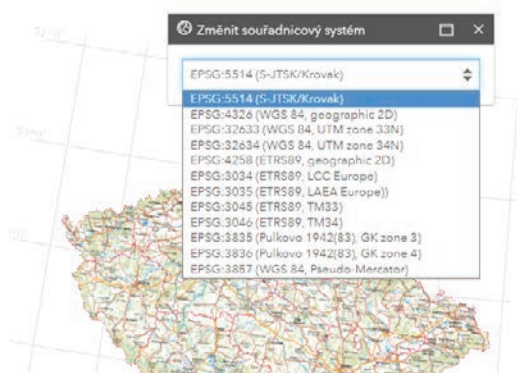
85 <https://github.com/idris-maps/leaflet-custom-projection>

86 Zajímavostí je, že Web Mercator dříve používal i alternativní EPSG kód 900913, což je číselný přepis slova Google

87 Ministerstvo obrany Spojených států prostřednictvím Národní geoprostorové zpravodajské agentury

narůstá délkojevné i plochojevné zkreslení⁸⁸. Mercatorovo zobrazení není vhodné využívat ve vyšších zeměpisných šířkách, přičemž zcela nevhodné je pro oblasti nad 85° zeměpisné šířky (polární oblasti).

Z geoinformatického/technického pohledu nemá tento problém v prostředí webu snadné řešení. Většina knihoven podaný fakt jednoduše ignorují a zobrazují i velmi zkreslené oblasti pólů. U některých knihoven (HERE WeGo, Wikimapia, Mapy.cz) je dílčí snahou alespoň omezení nejmenšího zobrazovaného měřítka (parametr minZoom) na úroveň 2-3. Toto řešení sice stále umožní zobrazit i polární oblasti⁸⁹, nicméně celá Země není viditelná najednou, na menších monitorech (přibližně do 19") nelze dosáhnout ani přímého vizuálního srovnání, např. Evropy s Antarktidou. Nejvhodnější řešení nabízí Geoportál ZÚ, který implementuje nástroj pro uživatelskou volbu zobrazení, resp. souřadnicového systému (Obrázek 18). Pro jasnou ilustraci rozdílů a deformací lze tento nástroj více než doporučit.



Obrázek 18: Geoportál ZÚ jako ojedinělý případ implementuje funkcionalitu pro změnu souřadnicového systému „on-the-fly“ (zdroj: Zeměměřičský úřad, 2020)

</>

Kompromisní řešení přináší Google Maps, ilustruje jej Obrázek 20. Kartografické zobrazení Web Mercator v rovině (2D) přechází v určitém měřítku na zobrazení formou virtuálního glóbu⁹⁰ (3D), pravděpodobně v ortografické projekci⁹¹. Je potřeba objektivně respektovat fakt, že **nevhodné zobrazení vyšších zeměpisných šířek u Web Mercatorova zobrazení je jedním největších kartografických prohřešků** webových map. Neznalého čtenáře může uvést v omyl. Je proto více než vhodné, aby součástí produktů webové kartografie byla vždy informace o zvoleném kartografickém zobrazení, ideálně tzv. geodetickém datumu (uvedení elipsoidu včetně souřadnicového, výškového, tíhového/geodetického systému a dalších charakteristik).

<!-- Důvod volby Web Mercatorova zobrazení v Google Maps objasňuje diskusní vlákno ve fóru Google Maps⁹².

NGA oficiálně prohlásilo toto zobrazení za nevhodné pro oficiální použití (Dempsey 2014)

88 Netradiční, ale efektivní popis podává <https://medium.com/@chris.m.whong/visualizing-the-distortion-of-webmercator-maps-with-an-orange-peel-cb04460b6415>

89 Vizualně je plocha Antarktidy srovnatelná s plochou Euroasie

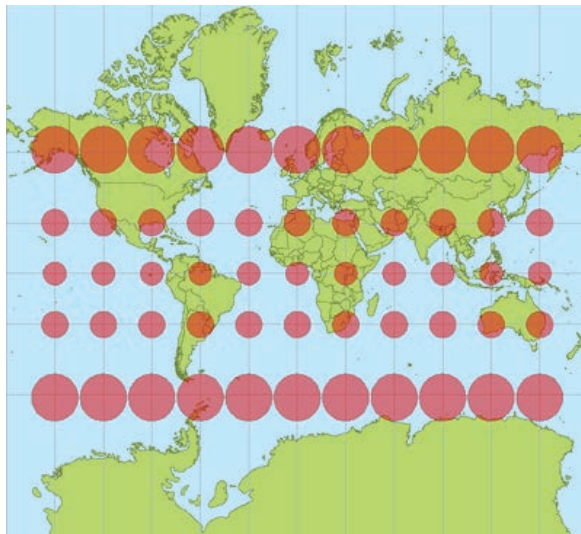
90 Při zobrazení satelitních snímků zcela automaticky, při zobrazení výchozího (topografického) pokladu, opomocí volby „Povolit zobrazení planety“

91 Potvrzení nelze dohledat v žádném z oficiálních zdrojů

92 <https://tinyurl.com/webkar2>

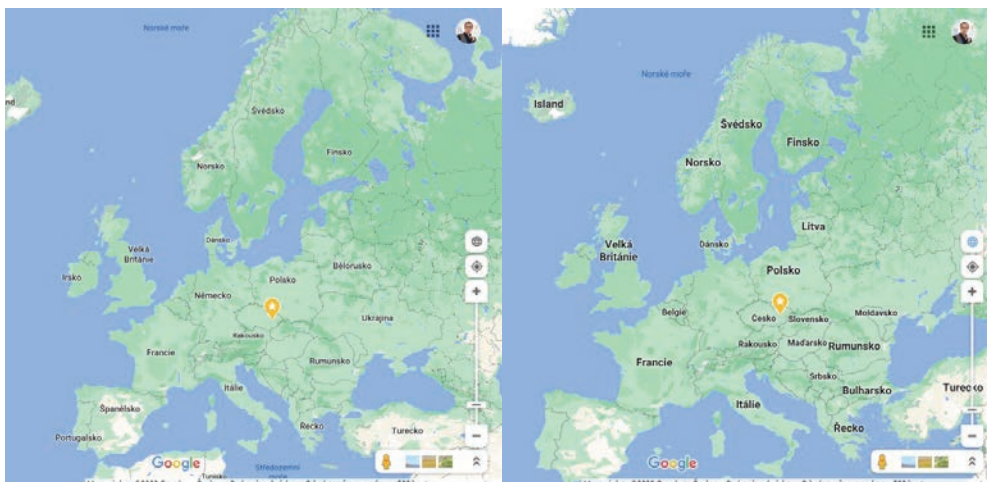
Nástroj „Mercator Extreme“⁹³ umožňuje lokalizovat zeměpisný pól na jakékoliv zeměpisné souřadnice a ilustrovat extrémní zkreslení Mercatorova zobrazení. Zamyšlení na vhodnosti Mercatorova zobrazení a popis možných alternativ přináší články „Here Are Some Equal Area Projected Maps for ArcGIS Online (and how to make them)“⁹⁴ (Nelson, 2020) či „Mercator, it's not hip to be square“⁹⁵ (Field, 2019).

-->



Obrázek 19: Tissotova indikatrix je aplikací jednotkové kružnice, vizuálně demonstrující prostorové zkreslení Mercatorova zobrazení (převzato z Wiki.openstreetmap.org, 2019)

</>



Obrázek 20: Kartografické zobrazení v rovině (Web Mercator; vlevo) přecházející do virtuálního glóbu (pravděpodobně ortografická projekce; vpravo) (zdroj: Google Maps)

</>

93 <https://mrgris.com/projects/merc-extreme/>

94 <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-online/mapping/here-are-some-equal-area-projected-maps-for-arcgis-online-and-how-to-make-them/>

95 <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-pro/mapping/mercator-its-not-hip-to-be-square/>

Souřadnicové systémy (angl. coordinate reference system – CRS) umožňují podle Voženilka (2001) určit polohu libovolného bodu na referenční ploše i v zobrazovací ploše (mapě), pomocí geometrických prostředků – dvojice souřadnic. Téma souřadnicových systémů je velmi úzce spjaté a propojené s tématem kartografických zobrazení v předcházející kapitole.

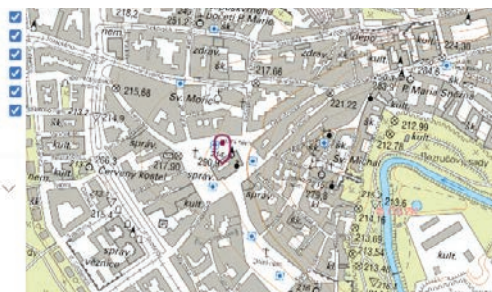
Obecně existuje několik druhů souřadnicových systémů v prostoru, nejrozšířenějším v kartografii používaných pro referenční plochy je však systém zeměpisných souřadnic – **zeměpisná šířka φ** (angl. latitude, zkráceně lat) a **zeměpisná délka λ** (angl. longitude, zkráceně lon příp. lng). V zásadě je potřeba odlišovat, zda jsou souřadnice vztaženy k referenčnímu tělesu (geographic coordinate system) či k ploše zobrazovací (projected coordinate system). Jak uvádí Šimbera (2018) „*systémy rovinných souřadnic jsou oproti systémům zeměpisných souřadnic zatíženy zkrácením plynoucím z použití kartografického zobrazení, avšak mají řadu výhod díky rovinné geometrii – vzdálenost lze počítat eukleidovskými, trojúhelníky mají vždy součet úhlů 180° atd. Proto se nejčastěji používají pro analytické a výpočetní úlohy.*“

V oblasti webové kartografie je pro určení pozice jednotlivých bodů či souřadnic na mapě, lomových bodů linií/polygonů nebo výchozího bodu v mapě, využíváno souřadnic ve zmíněném formátu zeměpisná šířka a délka. Jejich pořadí („lat, lon“ nebo „lon, lat“) není závazné a liší se například jednotlivými knihovnami, viz Tabulka 7. Kompletní seznam pořadí souřadnic vůči jednotlivým mapovým knihovnám a datovým formátům podává Macwright (2016a)⁹⁶, včetně zamýšlení, proč je pořadí „lon, lat“ v praxi mapových knihoven častější (Macwright, 2016b).

Geografické informační systémy, potažmo řešení webové kartografie, využívají vícero souřadnicových systémů, přehled nejčastějších podává Tabulka 6. Systém WGS84, vycházející ze zápisu souřadnic zeměpisné délky a šířky⁹⁷, jak je veřejnosti znám například z navigací, je pouze jednou z mnoha alternativ. Jednotlivé systémy se liší orientací os i rozmezím jejich hodnot⁹⁸, nicméně na základě transformačních rovnic není v digitálním prostředí problém je mezi sebou převádět. Jeden bod lze transformačními rovnicemi definovat v různých souřadnicových systémech (viz Obrázek 21). Pro transformaci je však zcela zásadní jednoznačná identifikace daného souřadnicového systému (ve formátu WKT, PROJ či EPSG kódem).


```
WGS 84, UTM zone 33N (m), elips. nadm. výška, elipsoid WGS 84 (m)
WGS 84, UTM zone 34N (m), elips. nadm. výška, elipsoid WGS 84 (m)
WGS 84, Pseudo-Mercator (m), elips. nadm. výška, elipsoid WGS 84 (m)
ETRS89 (°), elips. nadm. výška, elipsoid GRS-80 (m) (změnit formát)
ETRS89-TM33 (m), EVRS nadm. výška (m)
ETRS89-TM34 (m), EVRS nadm. výška (m)
S_JTSK/Krovak (m), Bpv (m)

WGS 84: B=49.59379246° L=17.2513599° hel=261.84
WGS 84/UTM zone 33N: E=662697.10 N=5495902.88 hel=261.84
WGS 84/UTM zone 34N: E=229119.93 N=5500220.34 hel=261.84
WGS 84/Pseudo-Mercator: X=1920412.60 Y=6376222.79 hel=261.84
ETRS89: B=49.59378756° L=17.25135112° hel=261.83
ETRS89-TM33: N=5495902.31 E=662696.48 hel=218.40
```



Obrázek 21: Pozici bodu lze zapsat v různých souřadnicových systémech. Veřejně tuto funkcionalitu podporuje například Geoprohlížeč ZÚ (zdroj: Zeměměřičský úřad, 2020).

</>

96 <https://macwright.com/lonlat/>

97 Zeměpisná šířka nabývá hodnot 0°-90° na sever (kladné), resp. jih (záporné) od rovníku. Zeměpisná délka nabývá hodnot 0°-180° na západ (záporné), resp. východ (kladné) od nultého poledníku.

98 Náповеду, jak rozpoznat v jakém souřadnicovém systému jsou data definována, podává <https://training.gismentors.eu/open-source-gis/sourssystemy/jak-poznat-ss-dat.html>

<table> Tabulka 6: Nejčastější souřadnicové systémy, převzato z Šimbera (2018)

| Název | Typ | Území | EPSG kód |
|----------------------------|-----------|--------|----------|
| WGS84 | zeměpisné | svět | 4326 |
| Web Mercator | rovinné | svět | 3857 |
| ETRS89 | zeměpisné | Evropa | 4258 |
| ETRS89 / LAEA | rovinné | Evropa | 3035 |
| ETRS89 / LCC | rovinné | Evropa | 3034 |
| S-JTSK / Krovak East North | rovinné | ČR | 5514 |
| WGS84 / UTM 33N | rovinné | ČR | 32633 |
| ETRS89 / UTM 33N | rovinné | ČR | 25833 |

</table>

<table> Tabulka 7: Pořadí zápisu souřadnic, upraveno podle Macwright (2016a)

| | lon, lat (y, x) | lat, lon (x, y) |
|---------------|---|------------------------------------|
| Formáty | GeoJSON, KML, Shapefile, WKT, WKB, geobuf | GeoRSS, Encoded Polylines (Google) |
| Knihovny | OpenLayers, d3, ArcGIS API for JavaScript, Mapbox GL JS | Leaflet, Google Maps API |
| Webové služby | WFS 1.0.0, WMS 1.1.1 | WFS 1.1.0, WFS 2.0.0, WMS 1.3.0 |

</table>

V rámci tématu souřadnic je potřeba zmínit také **Null Island**. Jedná se o smyšlený ostrov, umístěný na počátek soustavy zeměpisných souřadnic. Null Island leží na 0° šířky a 0° délky uprostřed otevřeného oceánu poblíž Guinejského zálivu, protíná rovník a nultý poledník. Při záměrně⁹⁹ či nezáměrně¹⁰⁰ chybném stanovení **souřadnic [0,0]** je velmi snadné tyto body identifikovat. Null Island je často terčem kartografických vtipů¹⁰¹, nicméně slouží pro identifikaci a odstranění chybně umístěných nebo nesprávně geokódovaných bodů.

<!-- Obsáhlé studijní materiály na téma matematických základů kartografie podává Čada (2005) v dokumentu „Přednáškové texty z Geodézie“¹⁰² nebo Šimbera (2018) v „Souřadnicové systémy“¹⁰³. Základní přehled souřadnicových systémů užívaných v ČR podává také materiál „Souřadnicové systémy podporované v prohlížečích a stahovacích službách resortu ČÚZK“¹⁰⁴ (ČÚZK, 2018). -->

99 První spuštění mapy nebo zobrazení bodu, analogie k „Hello World“ v oblasti programování

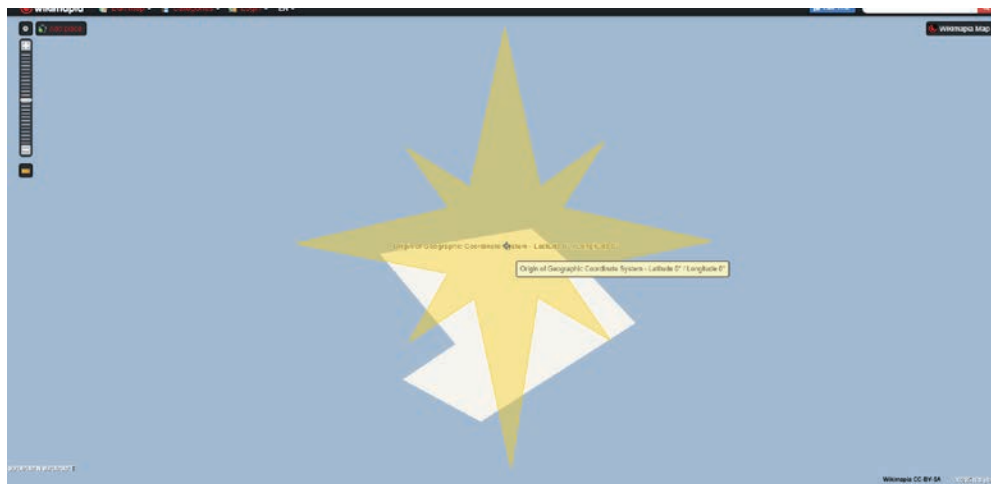
100 Chyby v geokódování

101 Např. <https://tinyurl.com/webkar23>. Vzhledem k množství kartografických zobrazení a souřadnicových systémů, není tento Null Island jediným. Kenneth Field zmapoval více než 5000 podobných míst v aplikaci Nill Point <https://tinyurl.com/webkar24>.

102 <https://kgm.zcu.cz/studium/gen1/html/index.html>

103 <https://tinyurl.com/webkar3>

104 <https://tinyurl.com/webkar4>



Obrázek 22: Vizualizace Null Island (zdroj: Wikimapia)

</>

<h3> 6.1.3 Orientace

</h3>

Orientace map na sever je jednou ze základních premis kartografických děl. Avšak situace ohledně orientace není jednoznačná, jako by se na první pohled mohlo zdát. V žádném případě **nelze odbýt argumentem „mapa je vždy orientována na sever“**. Pominou-li se historické důvody, kdy orientace na sever se stává konvencí až koncem 19. století, primárním důvodem orientace soudobých map je volba kartografického zobrazení. Mapové pole analogových i webových map je nejčastěji ve tvaru obdélníku, který respektuje použitá kartografické zobrazení, která mohou být orientována různě, resp. (ne)natočena k severu. Ne všechny (webové i papírové) mapy jsou proto orientovány výhradně k severu.

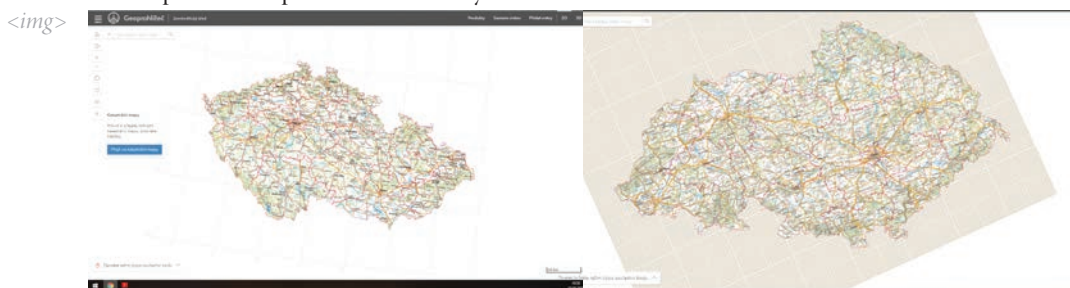
V případě použití některého z globálně nepoužívanějších zobrazení ve webové kartografii (typicky Web Mercator – EPSG:3857) je opravdu platné tvrzení orientace mapy k severu. Zavedenou konvencí je, že pokud je mapa statická a orientována k severu, není nutná směrovka. Jinak řečeno, pokud není specifikováno jinak, mapa je orientována k severu.

Typickým příkladem, kdy mapa k severu orientována není, je Křovákovo zobrazení využívající souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK). Jedná se o lokální kartografické zobrazení odvozené pro potřeby území meziválečného Československa. I přes řadu objektivních výhod je používáno pro území České republiky dodnes. Jedná se o závazné zobrazení pro státní mapová díla, proto se s ním lze setkat především v produktech státních mapových děl a oficiálních zdrojů jako např. mapové aplikace Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (ČÚZK)¹⁰⁵. Křovákovo zobrazení (EPSG:5514) je sečné kuželové konformní zobrazení v šikmé poloze, převádějící Besselův elipsoid do roviny prostřednictvím referenční koule. Jak uvádí Miklín a kol. (2018) hlavním problémem použití Křovákova zobrazení pro mapy celé ČR je tzv. meridiánová konvergence – natočení zeměpisné sítě v průměru o 7,5° po směru hodinových ručiček (konkrétně 9°30' na západě, 4°28' na východě). Podle Bláhy (2014) mapa v tomto zobrazení podává chybné povědomí o geografických souvislostech – „*nejnižší zobrazeným bodem (a tedy podle předpokladu uživatelů i nejnižnějším) je soutok Dyje a Moravy, nikoliv ve skutečnosti nejnižší bod v*

105 Např. Geoprohlížeč Zeměměřičského úřadu <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>

katastru Vyššího Brodu (Jižní Čechy). Špatně se srovnávají i relativní polohy velkých měst“. Z tohoto důvodu je Křovákovo zobrazení vhodné pouze pro mapy velkých měřítek. Naopak pro mapy malých měřítek, respektive celé ČR, je vhodnější použít některé z alternativních kartografických zobrazení.

Druhým, čistě technickým/geoinformatickým důvodem, kdy mapa nemusí být orientovaná k severu, je uživatelská možnost nastavení orientace mapy. Z pohledu principů webové kartografie se jedná o relativně novou metodu, dostupnou s příchodem dvojice technologií vizualizace dat: virtuálních glóbů a mapových dlaždic. Virtuální glóby umožňující změnu orientace map podle všech tří os formou 3D vizualizace¹⁰⁶, umožňují pochopitelně měnit i orientaci. Tohoto principu využívají řešení Google Earth, Google Maps, Mapbox GL JS, Cesium, ale i např. Geoprohlížeč ZÚ (viz Obrázek 23, vpravo). Druhou variantou, kde lze sledovat změnu orientace, je využití vektorových mapových dlaždic. Vektorové dlaždice vzhledem ke svému charakteru (viz kapitola 9) nativně podporují možnost rotace kolem osy Z (ve směru nebo proti směru hodinových ručiček), případně obdobně jako u virtuálních glóbů v kombinaci se změnou úhlu pohledu¹⁰⁷. Nejčastěji se s touto variantou uživatel setká u mapových aplikací v mobilním prostředí, které umožňují natočení mapových pokladů na základě aktivní interakce s uživatelem, nebo při přizpůsobení orientace obrazovky např. pro navigační účely. V obou příkladech je však bezpodmínečně nutné implementovat prvek směrovky, jasně definující aktuální orientaci. **Pokud by se směrovka v mapě nevyskytovala, může dojít k zavádějící orientaci a mylné interpretaci dat.** Více než vhodná je také implementace prvku návratu do výchozí orientace.



Obrázek 23: Křovákovo zobrazení ve výchozí pozici není orientované přímo k severu (vlevo); režim 3D umožňuje libovolnou orientaci (vpravo) (zdroj: Zeměměřičský úřad, 2020)

6.1.4 Úroveň měřítka (zoom level)

Jedním z charakteristických způsobů, jak se interaktivní webové mapy liší od tradičních tištěných map, je možnost individuálně dynamicky měnit úroveň měřítka mapy (angl. zoom level) pomocí interakce s nástrojem zoom (zoom in/zoom out = odborně větší měřítko/menší měřítko = laicky přiblížení/oddálení). Úroveň zobrazovaného měřítka mapové aplikace jako celku je v každém okamžiku odvislá od zobrazované úrovně měřítka podkladových map. Protože absolutní většina podkladových map je dnes dostupná na principu rastrových nebo vektorových dlaždic (viz kapitola 9.1.1), následující text pro lepší ilustraci využívá demonstrace právě na základě mapových dlaždic.

Úroveň přiblížení na webových mapách je teoreticky jakékoliv nezáporné číslo, jehož hodnota

¹⁰⁶ Reálně se jedná o „pseudo 3D“ (někdy též označováno jako 2.5D vizualizace) – zobrazení trojdimenzionálního prostoru je stále limitováno vykreslením na dvoudimenzionálním monitoru

¹⁰⁷ <https://docs.mapbox.com/mapbox-gl-js/example/set-perspective/>

určuje konkrétní měřítko. Základní princip úrovně měřitek (zoomu) je: čím větší číslo/úroveň tím větší měřítko; čím menší číslo/úroveň tím menší měřítko. Úroveň 0 určuje nejmenší možné měřítko, resp. měřítko, ve kterém jsou dlaždice vygenerovány a dostupné. V praxi mapových dlaždic je celý svět zobrazen na jediné dlaždici o rozměru 256 x 256 px. Každá změna úrovně do vyššího měřítka, tj. přiblížení o 1 jednotku, znamená vygenerování dvojnásobku dlaždic předešlé úrovně (schéma quadtree). Úroveň 1 obsahuje 4 dlaždice, úroveň 2 obsahuje 16 dlaždic atd., úroveň 20 obsahuje přes 1 bilión dlaždic (Obrázek 24 a Tabulka 8).



Obrázek 24: Princip mapových dlaždic v jednotlivých úrovních měřítka (převzato z Agafonkin, 2019)

</>

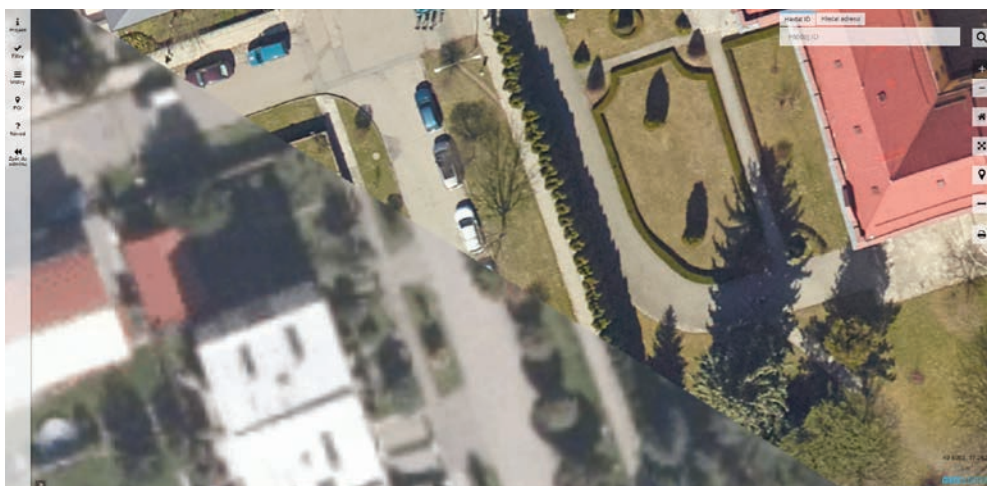
<table> Tabulka 8: Jednotlivé úrovně zoom-levelu a jejich charakteristiky (převzato z Wiki.openstreetmap.org, 2019)

Úroveň	Počet dlaždic	Šířka dlaždice (° zem. délky)	m/pixel (na rovníku)	Přibližné měřítko
0	1	360	156 412	1 : 500 000 000
1	4	180	78 206	1 : 250 000 000
2	16	90	39 103	1 : 150 000 000
3	64	45	19 551	1 : 70 000 000
4	256	22	9 776	1 : 35 000 000
5	1 024	11	4 888	1 : 15 000 000
6	4 096	5,625	2 444	1 : 10 000 000
7	16 384	2,813	1 222	1 : 4 000 000
8	65 536	1,406	610,984	1 : 2 000 000
9	262 144	0,703	305,492	1 : 1 000 000
10	1 048 576	0,352	152,746	1 : 500 000
11	4 194 304	0,176	76,373	1 : 250 000
12	16 777 216	0,088	38,187	1 : 150 000
13	67 108 864	0,044	19,093	1 : 70 000
14	268 435 456	0,022	9,547	1 : 35 000
15	1 073 741 824	0,011	4,773	1 : 15 000

Úroveň	Počet dlaždic	Šířka dlaždice (° zem. délky)	m/pixel (na rovníku)	Přibližné měřítko
16	4 294 967 296	0,005	2,387	1 : 8 000
17	17 179 869 184	0,003	1,193	1 : 4 000
18	68 719 476 736	0,001	0,596	1 : 2 000
19	274 877 906 944	0,0005	0,298	1 : 1 000
20	1 099 511 627 776	0,00025	0,149	1 : 500

</table>

V praxi je nejmenší uživateli dostupné měřítko (parametr „minZoom“) limitováno kolem úrovně 2-3, neboť zobrazení v úrovni 0 či 1 postrádá smysl. Reálná podkladová data nejsou dostupná pro celé mapové pole, navíc pro použití Web Mercatorova zobrazení dochází k deformaci ploch a délek v polárních oblastech. Co se týče opačného pólu, tedy zobrazení ve velkých měřítcích, resp. maximální úrovni zoomu (parametr „maxZoom“), teoreticky lze přibližovat (tzv. „zoomovat“) do nekonečna. U globálních mapových projektů jsou dlaždice generovány jen do úrovně cca 20-23 (úroveň cest). Z pohledu nastavení mapových knihoven, není problém hodnotu maximální úrovně měřítka (maxZoom) umožňující zobrazení v ještě vyšších úrovních měřítka, nastavit na libovolné číslo, např. zoom=25. Jediným **limitujícím faktem je, zdali jsou pro dané měřítko dostupná (vygenerovaná) data**. Konstrukce mapových dlaždic vyžaduje vygenerovat geometrii dat pro jednotlivé úrovně separátně. Pokud ne, dojde k zobrazení dat z posledního dostupného zoomu (např. zoom=21) a jeho „digitálnímu přiblížení“¹⁰⁸ na úroveň vyšší (např. zoom=25). V praxi dochází k rozostření/rasterizaci obrazu. Pokud data pro úroveň zoomu vyšší, než jaký je výchozí limit maxZoom, jsou dostupná, lze je na dané úrovni zobrazit bez ztráty kvality. V praxi se tohoto kroku využívá u specificky a/nebo lokálně zaměřených aplikací, které disponují kvalitnějšími/detailnějšími podkladovými daty než veřejně dostupné mapové sady, např. vlastní ortofoto. Princip kombinace vlastní datové sady vygenerované do úrovně vyššího měřítka s veřejně dostupnou mapovou sadou vygenerovanou do nižšího měřítka („digitální zoom“) ilustruje Obrázek 25.



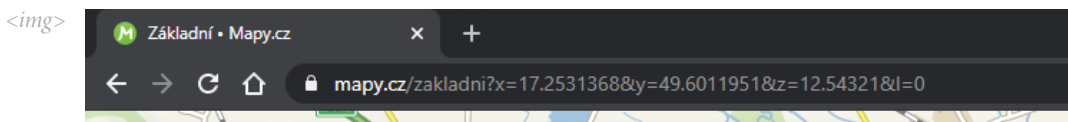
Obrázek 25: Porovnání datové sady vygenerované do úrovně vyššího měřítka (vpravo) se sadou vygenerovanou do nižšího měřítka (vlevo, efekt digitálního zoomu) (zdroj: autor)

</>

¹⁰⁸ V praxi se jedná o totožný princip jako u digitálních fotografických přístrojů – optický vs. digitální zoom

Měřítka mapy proto závisí na dostupných podkladových sadách, resp. jejich hierarchické struktuře. Globálně dostupné aplikace umožňují uživatelům interaktivní zoom pro širokou škálu měřítek, od malých mapových měřítek (1 : 1 000 000 a menších), kdy mapa zobrazuje celý svět či jednotlivé kontinenty, po velká měřítka (1 : 1 000 a větších), kdy jsou zobrazeny konkrétní ulice či budovy. U některých technických řešení se namísto tradičního vyjádření měřítka (1 : 1 000) používá s pojmenování úrovní, např. ulice, město, stát, kontinent.

Důležitou roli v otázce úrovně měřítka hraje typ dlaždic. Zatímco u **rastrových dlaždic¹⁰⁹ je měřítko vždy celočíselné (integer), vektorové dlaždice umožňují tzv. zlomkový zoom** (angl. fractional zoom) – měřítko je číslo desetinné (float). Parametr kroku pro zlomkový zoom lze stanovit na základě konkrétní mapové knihovny (např. Google Maps 0,25), což umožňuje plynulejší a efektnější vizualizaci. V praxi jednotlivé zoom levely nejsou dostupné pouze pro celočíselno (...12-13-14...) jako u rastrových dlaždic, ale buď po intervalech dílčího kroku (...12-12,25-12,5-12,75-13...) v případě ovládacích prvků (tlačítko zoom in/out; scrollování myši apod) nebo dokonce jako libovolná hodnota (např. 12,54321 viz Obrázek 26) při zadání parametru přímo do URL adresy nebo zdrojového kódu.



Obrázek 26: Zlomkový zoom umožňuje zadání desetinného čísla, např. z=12.54321

Obdélníkový zoom (angl. rectangle zoom) je specifická metoda nastavení úrovně měřítka, respektive rozsahu zobrazovaného území v daném měřítku. Je dostupná na základě interakce s nástrojem kreslení obdélníku (angl. rectangle drawing tool), který uživateli umožňuje definovat oblast/výřez mapy, do kterého se mapa posléze přiblíží. V případě, že je funkce fractional zoom podporovaná, výsledné měřítko je desetinné. Uživatel získává přesnější kontrolu nad měřítkem mapy, resp. rozsahem zobrazovaného území, což urychluje práci s mapou, zejména při pomalém připojení (Muehlenhaus, 2014).

Individualizované možnosti volby zoomu a charakteristiky ovládacích prvků webových map umožňují v praxi reálně zobrazit „netradiční“ úrovně měřítek. Například při standardních parametrech (rozlišení obrazovky 96 dpi; dlaždice 256x256px) odpovídá zoom=0 zobrazující celý svět měřítku 1 : 591 658 710; a zoom=18 (na úrovni rovníku) zobrazující úroveň jednotlivých domů odpovídá měřítku 1 : 2 257 (Skopelita a Stamou, 2019). Tento fakt absolutně nekoresponduje s konvencemi ohledně měřítek přijatých v tradiční kartografii. Ta zásadně preferuje, zejména v metrickém systému, zaokrouhlená čísla - např. 1 : 500, 1 : 5 000, 1 : 50 000 atd. Aspekt úrovně měřítka je jedním z přímých důvodů, proč je ve **webové kartografii grafické měřítko preferováno na úkor měřítka číselného** (viz kapitola 6.2.4).

Mapové knihovny definují pozici jakéhokoliv bodu na základě trojice parametrů: zeměpisné šířky (latitude), zeměpisné délky (longtitude) a úrovně měřítka (zoom level).

109 Nebo webové mapové služby WMS

Jednou z nevýhod použití válcového zobrazení (např. Mercatorova) je fakt, že délky jsou zkresleny nerovnoměrně, zkreslení délek se v mapě mění. Měření vzdáleností není spolehlivé, zejména při nízkých úrovních zoomu (v malých měřítcích). Z technického hlediska je Mercatorovo válcové zobrazení konformní (zachovává tvary a úhly), ale není ekvidistantní (nezachovává vzdálenosti) a ekvivalentní (dochází ke zkreslení ploch). Při nízkém zoom levelu jsou obrazy ploch poblíž rovníku menší než v oblasti blízko k pólům (Leaflet, 2020). Tento jev ilustruje Tissotova indikartix, ještě názorněji animace na URL <https://leafletjs.com/examples/zoom-levels#a-note-about-scale>. To je mimo jiné důvod proč kartografické zobrazení **Web Mercator** (EPSG:3857) **není vhodné pro zobrazení polárních oblastí, používá se pouze do 85° zeměpisné šířky**. Pro polární oblasti se používá polární stereografická projekce (UPS). Naopak při vysokém zoom levelu je změna zanedbatelná.

<!-- Důsledky použití kartografického zobrazení Web Mercator, včetně jeho výhod a nedostatků, popisuje článek „Implications of Web Mercator and Its Use in Online Mapping“ (Battersby a kol., 2014). -->

-->

<h2> 6.2 Konvenční formy kompozičních prvků

</h2>

Podle Voženilka (2001) se mezi **základní kompoziční prvky tradičních map řadí: název mapy, mapové pole, legenda, měřítko a tiráž**. Tyto prvky lze považovat jako základní také u webových map, nicméně u názvu, měřítka a tiráže je potřeba přihlídnout ke specifikům jejich provedení (viz dále). K nadstavbovým kompozičním prvkům řadí tabulky, loga, grafy, diagramy, infografika, vedlejší mapy, textová pole, obrázky aj. Narozdíl od tištěných map se v produktech webové kartografie některé kompoziční prvky, zejména název mapy či grafické měřítko, provádějí ve značně změněné podobě. Naopak nadstavbové prvky jsou díky multimédiím využívány mnohem hojněji. Legenda není dostupná na první pohled, v ojedinělých případech není dostupná vůbec. Mapové pole jako dominantní kompoziční prvek může pokrývat i celou zobrazovací plochu. Je evidentní, že uplatnění kompozičních prvků tak, jak jsou známy z konvenční kartografie, má řadu omezení, která musejí být zohledněna. Následující podkapitoly proto přináší diskuzi nad specifiky a uplatnění jednotlivých kompozičních prvků.

<!-- Kapitola „CV-15 Web Mapping“¹¹⁰ (Sack, 2017) z encyklopedie GIS&T Body of Knowledge přináší v tabulce 5 podrobný přehled kompozičních prvků webových map a jejich vymezení vůči mapám analogovým.

Článek „Online map services: contemporary cartography or a new cartographic culture“¹¹¹ (Skopeliti a Stamou, 2017) přináší v kapitole Map elements popis nejčastěji se vyskytujících kompozičních prvků na webových mapách.

-->

110 <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/web-mapping>

111 <https://www.mdpi.com/2220-9964/8/5/215/htm>

<table> **Tabulka 9: Srovnání parametrů kompozičních prvků ve webových a analogových mapách**

| | Webová mapa | Analogová mapa |
|--------------------------|--|---|
| Název mapy | Alternativní formy (element title, název produktu, logo aj.) | Ano (věcné, prostorové a časové vymezení) |
| Mapové pole | Fluidní (lze přizpůsobit rozměry) | Fixní rozměry a pozice |
| Legenda | Často jiná forma | Ano |
| Měřítko | Grafické | Číselné i grafické |
| Tiráž | Sporadicky, alternativní formy | Vždy |
| Rám mapy | Ne | Není obvyklý u všech map |
| Rám mapového pole | Ojedinele | Ano |
| Směrovka | Zpravidla ne (nutná, pokud není mapa orientována na sever) | V závislosti na kartografickém provedení |
| Nadstavbové prvky | Široké uplatnění a nasazení | Různě, nejvíce tematické mapy |

</table>

<h3> 6.2.1 Název mapy

</h3>

Název mapy podle Voženilka (2001) i řady dalších kartografů je povinným prvkem mapových děl. Vhodně sestavený název obsahuje věcné, prostorové a časové vymezení mapovaného jevu. V prostředí webových mapových aplikací však název mapy nemusí být vždy exaktně uveden formou samostatného kompozičního prvku tak, jak se používá na analogových mapách. Klíčově důležitou metainformací¹¹² webových stránek obecně je titulek – element <title>. Vedle zásadního vlivu na SEO¹¹³ titulek zobrazuje název stránky ve výsledcích vyhledávání, při uložení do záložek, a především v liště prohlížeče¹¹⁴. Je obecně považován za název dané stránky, což potvrzují Muehlenhaus (2014) nebo Tolochko (2016). Z kompozičního hlediska lze element „title“ považovat za náhradu názvu mapy, což ale nijak neřeší obsahovou stránku. Proto nelze jednoznačně uplatnit konvenci, že by měl název mapy společně s mapovým polem dominovat celkové kompozici.

Co se týče obsahové náplně a provedení názvu mapy jako kompozičního prvku, je potřeba rozlišovat mapové aplikace charakteru obecného (mapy topografické) a specifického (mapy tematické). U aplikací s tematickým obsahem (např. ekonomické či politické ukazatele, oblast přírodních věd apod.) je i v oblasti webové kartografie tematické, **časové a prostorové vymezení mapy nezbytné**. Vzhledem k různým technologickým i kompozičním řešením webových map nelze trvat na jediném provedení. Název mapy jako samostatný kompoziční prvek umístěný ideálně do levého horního rohu je preferovanou variantou, alternativně se pro umístění názvu mapy nabízí:

- Samostatný kompoziční prvek, staticky pevně umístěný
- Lišta či panel nástrojů, typicky při horním okraji obrazovky
- Uvítací obrazovka (splash screen, welcome screen) zobrazená při načtení aplikace, poskytuje dostatek prostoru pro delší název
- Postranní panel (sidebar), lze vyvolat uživatelem kdykoliv na základě interakce
- Titulek (element <title>) v liště prohlížeče, minimální řešení splňující požadavek na existenci názvu mapy

112 Metainformace o dané stránce uložené v hlavičce zdrojového kódu

113 Search Engine Optimization - metoda ovlivňující pozici výsledků ve vyhledávání

114 Je nezbytné, aby tvůrce měl povědomí také o technologických aspektech – struktuře jazyka HTML

U topografických mapových aplikací typu Google Maps, Mapy.cz, OpenStreetMap apod. je v praxi název mapy eliminován zcela. Nahrazen je názvem produktu/projektu v titulku (textová forma), často i logem (grafická forma), a to buď přímo v mapovém poli nebo v jiném kompozičním prvku (postranní panel). Jednoznačné věcné, časové a prostorové vymezení u tohoto typu map je vzhledem k interaktivnímu a dynamickému charakteru dat problematické. Vezme-li se v potaz, že v jediné mapové aplikaci dochází volbou podkladových a tematických vrstev k razantní změně věcného vymezení (od satelitního snímku, přes silniční síť a dopravní situaci, až po výškopis), stejně tak změna měřítka vyvolává generalizaci (v případě multiměřítkových databází ke změně obsahu a náplně mapy) i zobrazeného území (úroveň světa, kontinentů, měst atd.).



Obrázek 27: Různé provedení názvu mapy (zleva: samostatný kompoziční prvek, horní lišta, postranní panel)

</>

<h3>

6.2.2 Mapové pole

</h3>

Role **mapového pole, obecně nejdominantnějšího kompozičního prvku**, je ve webové kartografii **ještě zvýrazněna**. Vedle běžné kompozice, kdy ostatní kompoziční prvky jsou vně mapového pole, může mapové pole webových map zaujímat prostor celé obrazovky. V tomto případě jsou ostatní kompoziční prvky uvnitř mapového pole, ať už přímo viditelné nebo pod interaktivním prvkem (odkaz, ikona). Tradiční kompozice, kdy ostatní prvky jsou vně mapového pole, je méně častá (Obrázek 28).

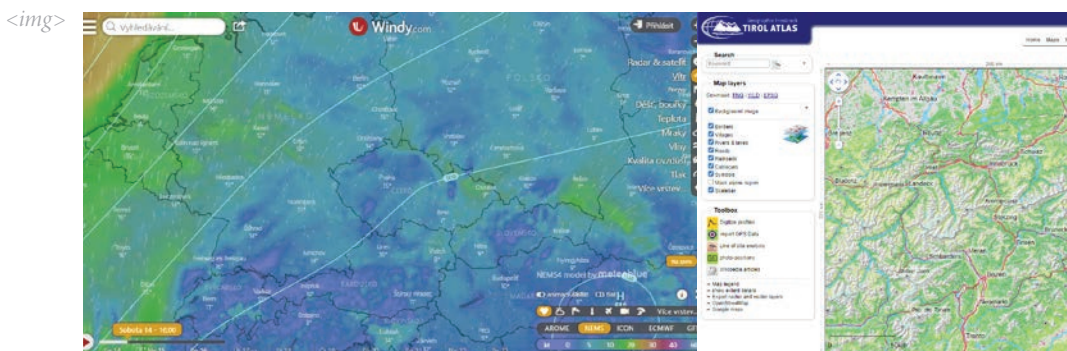
Je potřeba zdůraznit, že zatímco tradiční mapové výstupy jsou charakteristické fixní kompozicí (která je neměnná), řešení produktů webové kartografie umožňuje fluidní layout (kompozice není pevná, lze ji přizpůsobit). Zdánilivou výhodou fluidní kompozice lze kritickým pohledem považovat za jednu z největších hrozeb webových map. Neuvážená volba nebo **nevhodné provedení kompozice může omezit uživatelský prožitek** nebo zcela znesnadnit používání mapy, proto je potřeba k tomuto aspektu přistupovat velmi zodpovědně. Existují dva typy přizpůsobení rozhraní, přímo ovlivňující mapové pole: přizpůsobení obrazovce a přizpůsobení uživateli.

Přizpůsobení obrazovce je automatický úkon založený na technice responsivního designu. Reálně se jedná o přizpůsobení HTML dokumentu šířce obrazovky na různých zařízeních. Nejčastěji se responsivní design ilustruje jako pro přizpůsobení pro zobrazení na mobilních zařízeních (chytrý telefon, tablet), ale jedná se o obecně použitelnou metodu na jakémkoliv zobrazovací médium (notebook, běžný monitor, širokoúhlý monitor, smart TV, projektor apod.). Touto metodou se zabývá kapitola 7.5. Zásadní informací pro kartografa je skutečnost, že **u responsivního designu dochází ke změně kompozice**, tedy i mapového pole. Změna se týká jak absolutních rozměrů (výška, šířka), tak relativního poměru stran. Ve skutečnosti si autor nevystačí s jedinou kompozicí,

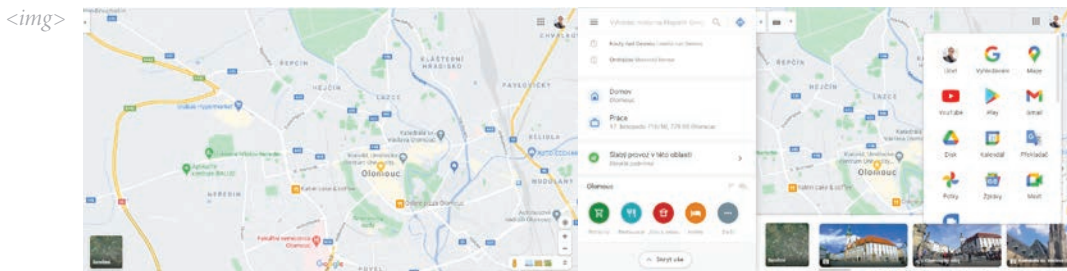
resp. fixním mapovým polem jako u tradičního přístupu, ale je potřeba nadefinovat hned několik kompozic (mapových polí) na základě tzv. media queries.

Přizpůsobení mapového pole uživateli se týká zobrazení/minimalizace postranních panelů, čímž je ovlivněna vždy jedna nebo více stran mapového pole – při použití bočního panelu dochází ke zvětšení/zmenšení šířky mapového pole; při dolním panelu dochází ke zvětšení/zmenšení výšky. V praxi princip uživatelského přizpůsobení, konkrétně aktivace panelů a oken, výrazně ovlivňuje aktivní rozměry mapového pole (Obrázek 29).

Při dodržování legislativních aspektů je specifíkem webových map zobrazení copyrightu nebo tiráže uvnitř mapového pole, zpravidla při levém spodním nebo pravém spodním okraji, více viz kapitola 6.2.5. Dále jsou součástí vždy ovládací prvky mapy (navigační nástroje zpravidla při levém nebo pravém horním okraji; kapitola 6.3.1) a grafické měřítko (kapitola 6.2.4).



Obrázek 28: Mapové pole často zaujímá celý prostor prohlížeče, případně lišty nebo okna jej posléze překrývají (vlevo; zdroj Windy.com). Kompozice, při které je mapové pole obklopeno vně jinými prvky je spíše ojedinělá (vpravo; zdroj: Tirolatlas.ac.at)



Obrázek 29: Uživatelské přizpůsobení ovlivňuje především rozměry mapového pole (zdroj: Google Maps)

Rám mapy se ve webových mapách nevyskytuje, shoduje se s oknem prohlížeče, proto nemá opodstatnění. Rám mapového pole v pojetí tradiční kartografie využívaly předcházející generace mapových aplikací, které byly založeny na kompozici několika fixně oddělených prvků vně mapového pole (Obrázek 28, vpravo). Rám je vyveden plnou čarou, vizuálně oddělující mapové pole od zbytku mapy. Pokud je mapové pole orámováno, stejné grafické provedení je aplikováno zpravidla i na ostatní kompoziční prvky¹¹⁵. Dnešní mapové řešení preferují mapové pole zaujímající

115 Roli hraje i grafický design v návaznosti na trendy. V éře RIA bylo ohraničení kombinováno s

prostor celé obrazovky (Obrázek 28, vlevo), proto také rám mapového pole pozbývá smysl, protože se shoduje s oknem prohlížeče. Vizualní oddělení další kompoziční prvků je realizováno jinou grafickou formou než zdůrazněným okrajem, nejčastěji jiným pozadím nadstavbových prvků, stínováním apod. Nakonec je potřeba zmínit standardně užívanou funkci „zobrazit na celou obrazovku“, která mapové pole maximalizuje na celou obrazovku, mj. na úkor ovládacích prvků prohlížeče včetně adresní lišty.

</h3> 6.2.3 Legenda

</h3>

Provedení legendy a její nutnost, je jedním z nejdiskutovanějších témat webové kartografie. Legenda v mapě má pomoci uživateli v pochopení a interpretaci obsahu mapy. Podle Voženilka (2001) „*podává výklad použitých mapových znaků a ostatních kartografických vyjadřovacích prostředků včetně barevných stupnic*“.

Jedním z objektivně **nejčastějších prohřešků webových map je absence legendy**. Opomenutí legendy je typickým nešvarem projektů postavených pouze na IT specialstech (vývojářích, programátorech). Důvodem je prostá neznalost kartografických pravidel tvůrců mapy, plynoucí z nedostatečného kartografického vzdělání autorů webových map, kteří jsou schopni vytvořit skvělé dílo po technické stránce, ale nemají přesah do oblasti kartografie^{116,117}. Řešením je multidisciplinární tým se specialistou na kartografii, který zaručí respektování nutnosti legendy.

Mapy topografického a/nebo globálního charakteru (např. Google Maps, Mapy.cz, HERE WeGo, Bing Maps¹¹⁸ apod.) zobrazují především geografický kontext zkoumané oblasti (výškopis, polohopis). Jejich autoři argumentují faktem, že použitý znakový klíč a vyjadřovací prostředky odpovídají vžitým konvencím a minimálnímu geografickému vzdělání uživatelů mapy, proto u nich často nebývá legenda uvedena. Zda jde o porušení kartografických pravidel, nebo orientaci na potřeby a schopnosti uživatele diskutují práce Kraaka (2018)¹¹⁹, Rahmana (2017)¹²⁰, Golebiowské (2015), Dykese a kol. (2010)¹²¹ či Buchera a kol. (2007)¹²². Uvedení autoři se shodně zamýšlejí nad potřebou legendy ve webovém prostředí z pohledu uživatelů a její reálně využitelnosti. Udávají řadu opodstatněných případů, kdy legenda jako specifický mapový prvek postrádá svůj smysl, protože je vyjádřena jinou formou: graficky, popisem, anotací, hover-efektem, popisem apod. Kraak (2018) vycházející z dělení map-to-see a map-to-read dochází k závěru, že mapy zobrazující kvalitativní charakteristiky lze číst bez legendy, zatímco kvantitativní vyžadují legendu. Rahman (2017) na základě testování dochází k závěrům, že u topografických map pouze 13 % uživatelů začíná čtení mapy pohledem do legendy. Naopak Bucher a kol. (2007) tvrdí, že u dynamicky generovaných mapových výstupů (webových služeb) je legenda nezbytná, Skopelita a Stamou (2019) argumentují potřebou legendy minimálně pro identifikaci silniční sítě. Nesprávná interpretace kategorie silnic bez legendy může vést k pokutě či nehodě pramenící ze špatně zvolené rychlosti.

výraznými efekty jako stínování, průhlednost, zaoblené rohy apod., období flat designu preferuje minimalismus bez jakýchkoliv efektů, období material designu opět střídmě stínování okrajů využívá.

116 Tzv. Dunning-Kruger efekt: dotyčný neví, že neví, že neví

117 Právě na tuto skupinu cílí tato publikace

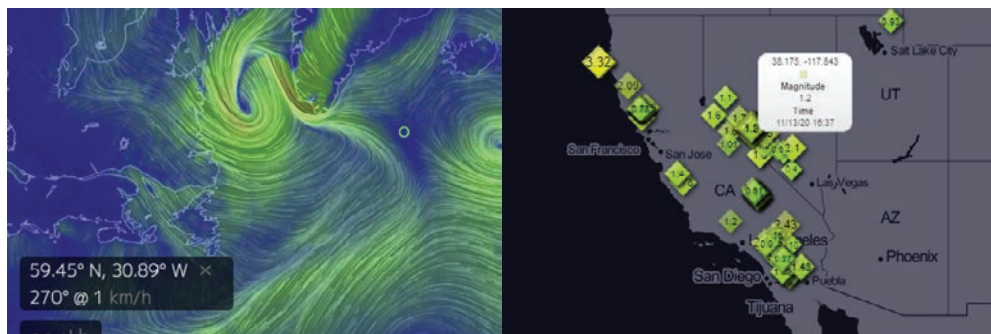
118 <https://tinyurl.com/webkar22>

119 Do all maps need a legend?

120 Legend-less Maps. Mimočodem pod vedením M. J. Kraaka a konzultantem G. Gartnerem

121 Rethinking Map Legends with Visualization

122 The need for web legend services



Obrázek 30: V opodstatněných případech lze legendu nahradit jinou formou, např. odečtem konkrétní hodnoty jevu (vlevo; zdroj Earth Nullschool), případně graficky v kombinaci s popisem (vpravo; zdroj Esri)

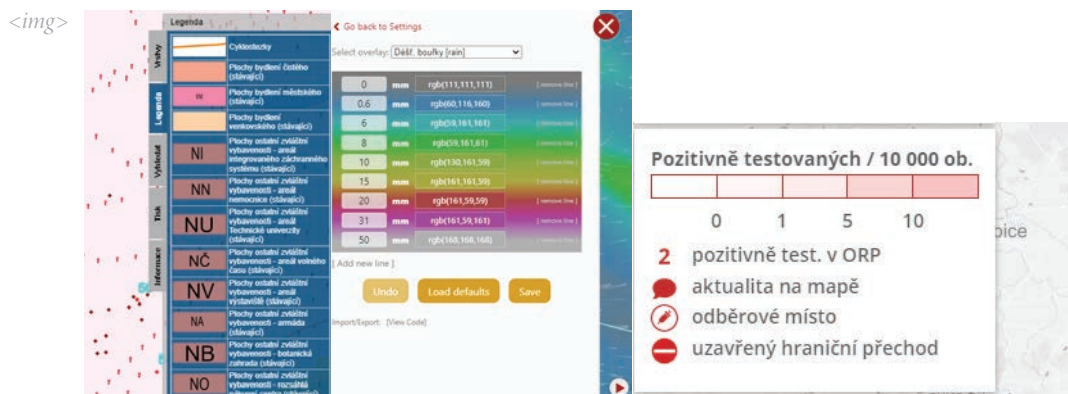
</>

Kompromisním řešením vhodným pouze pro mapy topografického charakteru, aplikace s obsáhlým znakovým klíčem (OpenStreetMap¹²³) nebo varianty pro mobilní zařízení (kde pro legendu není místo), je skrytí legendy. Legenda není dostupná/viditelná přímo v mapě, resp. mapovém poli na první pohled, ale je potřeba ji dohledat pod odkazem na jiné stránce, v panelu či liště. V uvedených případech je nezbytně nutné, aby odkaz na legendu byl explicitně uveden a byl dostupný přímo z mapového pole.

U tematických map nebo map, kde dochází ke změně vyjadřovacích metod na základě dynamiky či interakce, je legenda nezbytná. Vhodnější je její vykreslení přímo v mapovém poli nebo kompozičním prvku vně mapového pole (viz dále) tak, aby byla možná jednoznačná identifikace znaku v mapě vůči legendě. Specifickou variantou provedení legendy je interaktivní legenda – legenda zobrazená na základě interakce, typicky přjetím myši přes ovládací prvek či daný symbol (hover efekt, mouse-over efekt).

U map typu map-to-read, které vyžadují vyšší míru interpretace ze strany uživatele, obzvláště map s tematickým obsahem a/nebo vyšší mírou informací, je legenda nutná. Absenci legendy v tomto případě nelze tolerovat, je prohrěškem vůči kartografickým pravidlům, v praxi komplikuje interpretaci mapy uživatelem. Webové prostředí však nabízí různé možnosti jejího provedení. Prvky interaktivity umožňují zjistit požadované informace jinými způsoby, např. vyvoláním kontextové nabídky s vyobrazením legendy po přjetí přes mapový symbol myši (hover efekt, mouse-over), zobrazením vyskakovacího okna s atributy nebo lze informaci získat formou vizuálního vnímání mapy, např. popisem. Přemíra interaktivity však může mít i negativní dopad a může zbytečně zatěžovat proces čtení informací z mapy. V neposlední řadě lze uplatnit řešení Table of Content (TOC), které se dlouhodobě využívá v oblasti desktopových GIS (obzvláště produktů Esri). Jedná se o kombinaci seznamu vrstev s možností jejich zapnutí/vypnutí na základě preferencí uživatele, vyobrazením znaku a identifikací. **TOC kombinuje seznam vrstev a legendu do jediného prvku.** Jednoznačně je potřeba upozornit, že výše uvedené možnosti nelze uplatnit globálně na všechny typy map. K otázce nutnosti legendy je potřeba přistupovat vždy individuálně a s citem na základě diskuze s odborníkem-kartografem.

123 Legenda je dostupná z https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features



Obrázek 31: U map tematického charakteru je legenda nezbytná, umožňuje správnou interpretaci mapy (zdroj: ČÚZK, Windy, autor)

Vedle vlastní nutnosti legendy je v oblasti webové kartografie potřeba se zaměřit i na její obsahové provedení. Podle Voženilka (2001) platí pro tvorbu tradiční legendy pětice zásad: **legenda musí být úplná, nezávislá, uspořádaná, v souladu s označením na mapě a srozumitelná**. Pro princip nezávislosti, uspořádanosti a srozumitelnosti lze uplatnit konvenční kartografické přístupy, respektive jsou stejné jako u tradičního zpracování pro analogové výstupy. Nicméně principy úplnosti a v souladu s označením na mapě, nelze z podstaty webového interaktivního řešení vždy naplnit. Možnost uživatelské volby zobrazených vrstev, respektive možnost jejich vypnutí, koliduje s požadavkem na úplnost legendy. V jistých případech (při vypnutí všech volitelných vrstev a zároveň statické legendy) lze identifikovat stav, kdy legenda zobrazuje určitý počet znaků, zatímco v mapě nejsou zobrazeny vůbec. Důvodem zmíněného problému je statické provedení legendy. Statické řešení je pochopitelně značně jednodušší pro vytvoření a nasazení (prakticky jen vložení „obrázku“), nicméně porušuje pravidlo úplnosti. **Řešením je generovat legendu dynamicky vždy z aktuálního obrazu mapy (pouze z aktivních vrstev). Interaktivní webová mapa proto nesmí obsahovat statickou legendu.** Výjimkou je kombinace legendy a seznamu vrstev v jednom kompozičním prvku (Table of Content), kdy lze zřetelně identifikovat aktivní a neaktivní vrstvy, resp. legendu pro aktivní a neaktivní znaky v mapě.

Princip, vyžadující aby provedení znaku v legendě bylo shodné s provedením znaků v mapě, je ve webovém prostředí ztíženo několika uživatelsko-technickými důvody. Vykreslení znaku v legendě nezohledňuje vliv průhlednosti, daný znak je v legendě proveden ve výchozím stylu, tj. zpravidla jako neprůhledný. Avšak individuálním nastavením různé průhlednosti¹²⁴ tematických vrstev lze vůči podkladovým mapám, lze v mapě dosáhnout mírně odlišného provedení stejného znaku. Jedná se o porušení zásady v souladu s označením na mapě, které je způsobeno technickou nedokonalostí webových produktů, které sice umožňují volbu průhlednosti, ale nezohledňují tento fakt v legendě. Dále je potřeba uvažovat také aspekt zobrazovacího zařízení – různá zařízení, jejich odlišné rozměry a vykreslovací jádra prohlížeče mohou v krajním případě vykreslovat HTML jinak, retina displej mají odlišné vykreslovací parametry než běžný displej, vedle různých úrovní měřítká a tomu přizpůsobených symbolů v mapě (relativní vs. absolutní velikosti znaků) lze měnit velikost/zoom samotného prohlížeče. I v tomto kroku je potřeba zdůraznit důležitost kartografa

124 Průhlednost znaků dle individuálního nastavení uživatele umožňuje pro jeden znak stanovit de facto 100 variant (od neprůhledného znaku, přes poloprůhledný, až průhledný). Navíc je třeba uvažovat také vliv průhlednosti v kombinaci s podkladovou mapou (která nemá konstantní podklad) na vyobrazení (především polygonových) znaků.

ve fázi návrhu webové mapové aplikace (který by měl eliminovat extrémní případy vedoucí k případné dezinterpretaci z důvodu nesprávně sestavené legendy) a nezbytnost testování.

V neposlední řadě je potřeba zohlednit **odlišné uživatelské návyky ve webovém prostředí**. Zatímco v tradičním prostředí analogové mapy začíná uživatel proces čtení mapy pohledem na název a posléze legendu (aby se identifikoval s tématem mapy), ve webovém prostředí se uživatelé chovají jinak (Johnson, 2017; Hudson, 2012). Očekávají informace ihned (Gronier, 2016), co nejsnazší cestou, využívají prvků interaktivity. Studie Pernice (2017) potvrzuje, že uživatelé webových stránky v první fázi „skenují“. V rámci jistých opakovaných vzorců očekávají nejdůležitější informace a prvky dle pravidla F při levém okraji (Pernice, 2017; Néték, 2015). Obecně je v oblasti webových rozhraní přijímána myšlenka tzv. 5ti sekundového testu – pokud nejsou informace efektivně a včas doručeny uživateli, pak uživatel odchází jinam, přičemž za uspokojivou hodnotu se považuje interval pěti sekund (Perfetti, 2007; Gronier, 2016). Místo, aby uživatelé porovnávali hodnotu v daném bodě či oblasti (např. kartogram, kartodiagram, mapa o počasí) s legendou, očekávají, že po kliknutí do mapy se informace zobrazí automaticky pro jejich volbu. Vhodné je proto obě možnosti zkombinovat.

Problematika uplatňování legendy je názornou ilustrací, proč je potřeba respektovat odlišnosti webové kartografie vůči kartografii analogové. Nikoliv z důvodu, že by tradiční kartografie byla zastaralá či překonaná, ale protože webové prostředí a jeho možnosti poskytují odlišné prostředí, vizualizační i technické možnosti, s kterými konvenční přístupy nepočítají nebo je neumožňují. Na druhou stranu nelze technické limity (vykreslení barev) či vývojářská omezení (pobídky ke zjednodušení či urychlení práce, např. implementace statické legendy namísto interaktivní) stavět nad uplatňování kartografických zásad.

</h3> 6.2.4 Měřítko

</h3>

Měřítko je jedním z nejdůležitějších prvků v mapě, uživateli umožňuje představu o vzdálenostních a prostorových poměrech v území. V tradiční kartografii se používají tři formy měřítka – číselné, grafické a slovní. Číselné měřítko je pro webové mapové výstupy nevhodné. Důvod je stejný, jako je preference grafického měřítka na úkor číselného u všech typů map obecně – zvětšování či zmenšování obrazovky (totožně jako zmínka u legendy vůči obrazovce a prohlížeči; nikoliv mapy ve smyslu změny měřítka) postihne měřítko grafické, zatímco číselné se stává chybným. Obzvláště při dynamické změně měřítka (zoom) dochází k zobrazení mapy v nestandardním/nedekadickém měřítku (např. 1 : 591 658 710 pro úroveň 0), což působí nezvykle a není užíváno.

Naopak **grafické měřítko je v praxi standardním prvkem map, jeho důležitost je nesporná, a proto je jeho implementace bezpodmínečně nutná**. V případě dynamické změny zoomu je potřeba překreslení měřítka v reálném čase, což všechny mapové knihovny umožňují nativně. Co se týče grafického vyvedení, lze se setkat s několika druhy – od plnohodnotného provedení s hlavním i vedlejším dělením až po minimalistickou verzi uvádějící jedinou hodnotu (Obrázek 32). Pro globální projekty je vhodné uvést měřítko v metrické i angloamerické soustavě. V praxi se lze setkat s měřítkem, které je horizontálně rozdělené (horní a spodní část ukazují různou vzdálenost v obou soustavách) nebo dvojicí měřítek pro každou soustavu. Hlavní dělení grafického měřítka musí být vyvedeno v dekadických hodnotách.

Při zobrazení ve velkých měřítcích (úroveň zoomu ca 12 a vyšší) lze vzhledem k rozloze zobrazovaného území zanedbat délkové zkreslení způsobené zvoleným kartografickým zobrazením. Avšak u zobrazení, které nejsou délkojevná, typicky Web Mercator, je v malých měřítcích potřeba počítat i se zkreslením délek s rostoucí zeměpisnou šířkou. Při stejném zoomu

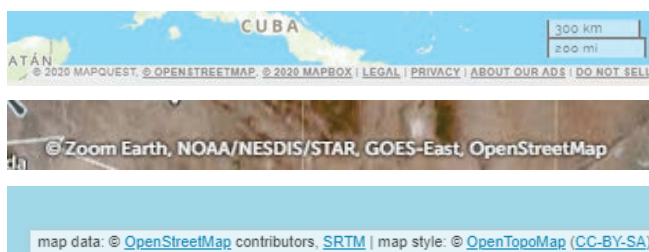
a posunutí stejného zobrazovaného území po svislé ose monitoru, dochází vlivem zvoleného zobrazení k deformaci délek, proto měřítko při horním a dolním okraji jsou rozdílná. Tento aspekt také mapové knihovny reflektují automaticky, při svislém posuvu dochází k automatické změně grafického měřítka. V případě map velmi velkých měřítek (spíše plánů), je potřeba v kontextu měřítka uvažovat dále fakt, zdali originální datové sady nejsou uloženy v měřítku menším, než v jakém jsou vykreslovány.



Obrázek 32: Varianty grafického měřítka od plnohodnotného po minimalistické provedení, umístěné je velmi často nad copyrightem </>

6.2.5 Tiráž

Tiráž obsahuje podle Voženíka (2001) souhrn informací souvisejících s tvorbou mapy. V běžných mapových výstupech se většinou zarovnává k pravému spodnímu okraji, vyvedena je nevýrazným písmem, obsahuje minimálně jméno autora nebo vydavatele mapy, místo a rok vydání/sestavení mapy. S tiráží v pravém slova smyslu se u webových map lze setkat jen sporadicky. Častější je varianta umístění tiráže do prvků mimo mapu: uvítací obrazovky (splash screen, welcome screen), postranní lišty či odkazu vedoucí na externí stránku. Nejčastější variantou je uvedení autora a zdrojů dat nevýraznou formou při spodním okraji mapového pole. V tomto případě lze **spíše než o tiráži, hovořit o copyrightu, v anglických zdrojích lze najít vhodnější termín „credits“** (Tait, 2018). Vedle uvedení autora projektu/produktu¹²⁵ obsahuje náležitosti autorských práv a licencí. V praxi se jedná se o uvedení mapové knihovny a zdrojů dat, odkaz na podmínky či pravidla použití apod. Pokud jsou použité knihovny a zdroje vázány licencí (viz kapitola 8), obzvláště zdroje třetích stran jako mapová řešení a podkladové vrstvy, je jejich uvedení minimálně formou copyrightu povinností.



Obrázek 33: Copyright obsahující uvedení knihovny je umístěn při spodním okraji obrazovky </>

<h3>

6.2.6 Nadstavbové prvky

</h3>

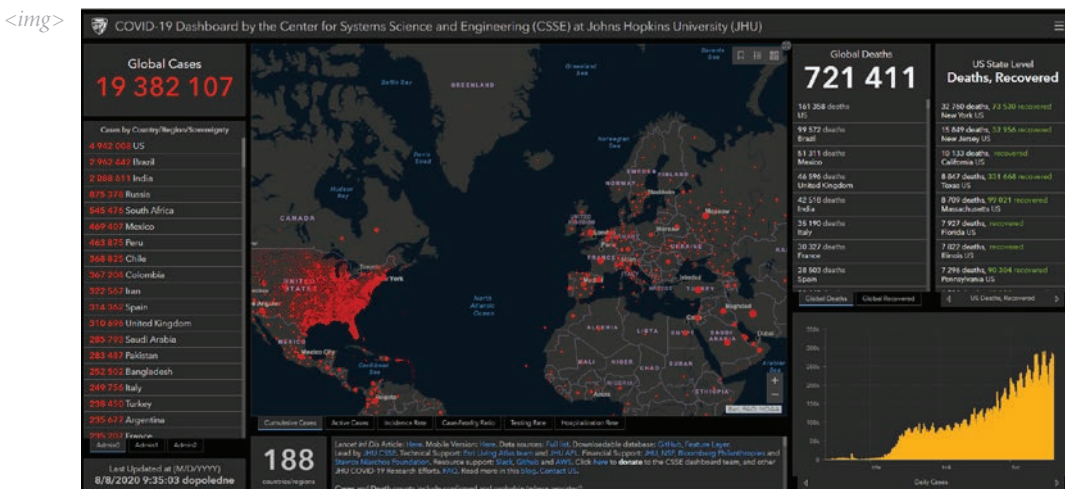
Nadstavbové kompoziční prvky mapy zvyšují informační hodnotu mapy i její atraktivnost (Voženílek, 2001). V produktech webové kartografie mají velmi široké uplatnění, zcela standardní formou je uplatnění multimédií. Textové či obrazové informace, grafy, tabulky, reklamy a bannery se vyskytují buď jako samostatný kompoziční prvek vně mapového pole nebo jako součást jiného kompozičního prvku, typicky postranního panelu nebo vyskakovacího okna. Těmto

125 Vhodný je i rok publikace, místo vydání se neuvádí

specifickým kompozičním prvkům je věnována následující kapitola. I přes neoddiskutovatelný fakt, že nadstavbové prvky zvyšují atraktivnost mapové aplikace, je potřeba vždy zvážit míru jejich nasazení. Při nevhodném sestavení mapové aplikace může dojít k zahlcení čtenáře nepodstatnými informacemi (např. videa ve vyskakovacím okně), mapa se stává nečitelnou. U komerčních produktů je očekávané umístění loga projektu nebo autora.

<!-- Přehled přibližně 150 grafických metod vizualizace dat (formou grafů, diagramů, tabulek či map) v prostředí webu podává DataVizProject¹²⁶. -->

Krajním případem využití nadstavbových prvků je koncept map s příběhem (storytelling maps) či tzv. dashboardů, u kterých lze sledovat odklon směrem k infografickému provedení. Mapové pole v těchto případech není dominantním prvkem, ustupuje na úkor prvků nadstavbových. Jedná se o atraktivní metodu vizualizace prostorových dat s důrazem na předání informací statistického, tabelárního či multimediálního charakteru.



Obrázek 34: Dashboard výskytu nemoci COVID-19 - nadstavbové kompoziční prvky mají v tomto případě dominantnější roli, než mapové pole (zdroj: Esri) </>

Typickým prvkem tradičních map je směrovka – vyjádření orientace mapy vůči světovým stranám. Její uplatnění se nachází i ve webové kartografii v závislosti na zvoleném kartografickém zobrazení. Směrovku musí mapa obsahovat, pokud není orientována na sever, např. při použití Křovákova zobrazení (EPSG:5514)¹²⁷. Absence směrovky může vést k nesprávnému určení orientace a mylné interpretaci dat (relativní porovnání co je severněji/jižněji apod.). Specifickým příkladem jsou mapy umožňující rotaci (princip vektorových dlaždic) na základě uživatelské preference, které vyžadují dynamicky rotující směrovku v souladu s orientací mapy. Pokud je naopak použito kartografické zobrazení s orientací k severu (např. Web Mercator – EPSG:3857), směrovka se neuvádí. Blíže tuto problematiku diskutuje kapitola 6.1.3.

¹²⁶ <https://datavizproject.com/>

¹²⁷ Správně orientovanou, neboť hrubým prohřeškem je také nesprávně orientovaná (nenatočená) směrovka, pokud to zobrazení vyžaduje

<h2> 6.3 Specifické formy kompozičních prvků </h2>

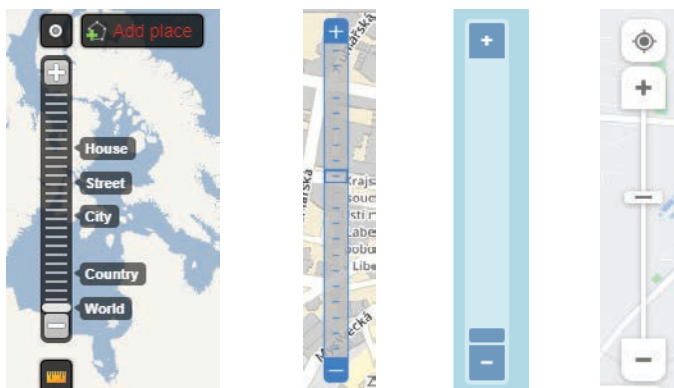
</h2>

Oproti výstupům tradiční kartografie přináší webové mapové aplikace celou řadu specifických kompozičních prvků. Některé vychází ze specifického ovládní geografických informačních systémů (ovládání prvky, volba vrstev, odečítání souřadnic), jiné přicházejí z oblasti webových prezentací a e-shopů (menu, postranní panely). Následující podkapitoly podávají přehled o jednotlivých prvcích a možnosti jejich uplatnění. Odborná literatura se tomuto tématu věnuje pouze okrajově v dílech Tolochka (2016) nebo Muehlenhause (2014).

<h3> 6.3.1 Ovládací prvky </h3>

</h3>

Ovládací prvky jako specifické kompoziční prvky webové mapy umožňují uživateli s mapou pracovat a interagovat na základě zvolené funkcionality. Oproti statickým či analogovým mapám, kde se pochopitelně ovládací prvky nevyskytují, jsou v mapových aplikacích prostředníkem při komunikaci člověk-počítač, na principu interakce. **Nejtypičtější funkcionalitu webových map, pohyb (změnu) mapového pole, zajišťuje dvojice funkcí – změna měřítka (zoom in/ out) obstarává přibližování a oddalování mapy mezi jednotlivými úrovněmi měřítek, posuv mapy (pan) obstarává pohyb v mapě ve smyslu změny zobrazeného území.** Pro funkci zoomu se v praxi využívá několik možností ovládacích prvků a jejich kombinace. Ustálené řešení, etablované napříč všemi produkty, je dvojice tlačítek (+/-), které po interakci umožňují krokové přiblížení, respektive oddálení mapy. Jejich rozložení (horizontální vedle sebe nebo vertikální nad sebou) je zcela individuální. Alternativou je tzv. zoom-slider, který umožňuje nastavit aktuální měřítko na základě posuvníku mezi limitními hodnotami (nejmenší a největší dostupnou úrovní zoomu). Zatímco některé produkty od tohoto řešení upouštějí a vystačí si s minimalistickou verzí dvojice tlačítek, jiné produkty jej opět implementují z důvodu plynulejšího stanovení zoomu na dotykových zařízeních¹²⁸. Na monitorech je samozřejmostí ovládní pomocí kolečka myši, naopak na dotykových obrazovkách se setkáváme se změnou zoomu pomocí gest. Pro změnu zobrazovaného území u daného zoomu se lze setkat také s principem směrové růžice. Jedná se o ovládací prvek umožňující pohyb v mapě ve čtyřech základních směrech, od jeho implementace se u dnešních řešení spíše upouští. Kombinaci obou výše zmíněných metod umožňuje tzv. výběr obdélníkem (angl. rectangle zoom). Obdélníkový výběr umožňuje definovat přesnou oblast (výřez) mapy, do které se mapa posléze přiblíží. Přiblížením z původního zobrazení do specifikovaného výřezu dochází ke změně měřítka i rozsahu.



Obrázek 35: Možnosti stanovení zoomu

</>

128 Např. Mapy.cz v mobilní verzi

Populárním prvkem přicházející do webové kartografie z nástrojů geografických informačních systémů je volba vrstev na základě uživatelské preference. Zatímco volba podkladové vrstvy je vždy omezena na jedinou možnou variantu (jednoprvkový výběr, princip přepínače), volba tematických vrstev omezena není a počet aktivních vrstev je libovolný (víceprvkový výběr, princip pole). Blíže tuto problematiku diskutuje kapitola 9.1. Vzhledem ke dvojímu charakteru vrstev se lze setkat s různými řešeními ovládacích prvků.

Pro volbu podkladových map (typicky globální projekty, mapy topografického/obecného charakteru) lze využít uživatelsky jednodušší řešení ve formě běžných tlačítek s popisem. Při volbě pouze mezi dvěma podkladovými vrstvami (letecká vs. topografická/základní), kdy uživatel reálně přepíná pouze mezi dvojicí vrstev, se prosazuje prvek na bázi tlačítka s obrazovým náhledem nabízené vrstvy (Obrázek 36). Tento prvek nelze zaměňovat s funkcí náhledové mapy (minimap). Náhledová mapa slouží k zobrazení širšího kontextu zobrazovaného území, je vždy synchronizovaná s pohybem v hlavním mapovém poli a lze ji minimalizovat. Pro volbu mezi větším počtem podkladových vrstev se nabízí běžné formulářové řešení formou přepínače (radio button) nebo návodnější prvek zobrazující náhledy jednotlivých podkladových vrstev formou obrázku s názvem/popisem¹²⁹ (Obrázek 37).



Obrázek 36: Prvek volby podkladových vrstev – při výběrů pouze ze dvou vrstev lze využít prvku umožňující přepínání



Obrázek 37: Prvek volby podkladových vrstev – varianta výběrů více vrstev s obrazovým náhledem

Pro volbu tematických map, umožňující oproti podkladovým mapám víceprvkový výběr, je princip jednodušší. Na seznam dostupných vrstev je možné aplikovat tradiční princip formuláře se zaškrťovacím polem (checkbox) nebo volbou skrze tlačítka (Obrázek 38). Prvního principu využívá i Table of Content, popsany v kapitole 6.2.3. Moderně pojaté řešení orientované primárně

129 Uvedeného řešení využívají produkty Esri nebo Mapy.cz

na zobrazení v mobilních zařízeních, mohou využívat namísto tradičních „zaškrtávacích boxů“ přepínací prvek zvaný toggle switch – jedná se o rozdílné řešení téhož, umožňující efektivnější ovládání na dotykové obrazovce¹³⁰.



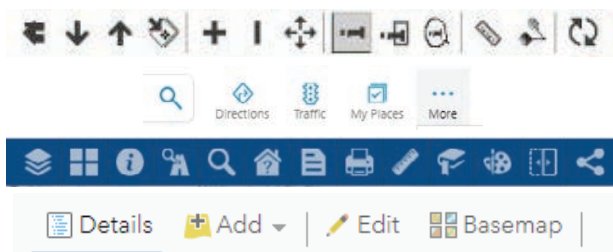
Obrázek 38: Prvek volby tematických vrstev

</>

Z pohledu kompozice a ovládacích prvků lze sledovat dva obecné trendy – shlukování nástrojů do lišty (dnes typicky při horním okraji, dříve i vertikálně) nebo samostatná tlačítka (buttony) pro jednotlivé nástroje. Bohužel neexistuje ustálená konvence rozložení či umístění jednotlivých prvků, proto se uživatel prakticky u každého řešení setkává s rozdílným umístěním ovládacích prvků. V praxi současných mapových řešení se uplatňuje **dominantně řešení na bázi tlačítek**, prvků s grafickými elementy (ikony, náhledové obrázky aj.) a jejich kombinace (viz Obrázek 36, Obrázek 37, Obrázek 38 vpravo, Obrázek 39). Na základě razantní změny k uživatelskému rozhraní po přelomu tisíciletí (viz kapitola 3) je cílem současných aplikací uživateli ve výchozí kompozici nabídnout pouze nejpoužívanější nástroje, resp. ovládací prvky. Zatímco dříve bylo trendem nabídnout uživateli celé spektrum v praxi nevyužívaných nástrojů, dnes výchozí rozhraní nabízí pouze nejvyužívanější nástroje. Pokročilejší či méně frekventované nástroje jsou dostupné skrze menu (viz kapitola 6.3.2) formou kontextové nabídky. Vedle základní funkcionality pro ovládání pohybu mapy, zobrazovaného měřítka a volby vrstev, se lze setkat s rozličnou funkcionalitou mapových aplikací. Mezi další ovládací prvky lze zařadit:

- Výchozí zobrazení mapy (home)
- Zobrazení aktuální pozice (geolokace)
- Zobrazení na celou obrazovku (fullscreen)
- Měření, kreslení
- Editace
- Vyhledávání
- Záložky (bookmarks)
- Tisk, stáhnutí (download)
- Krok vpřed/zpět
- Obnovení stránky (reload)
- Nástroj bodové či plošné identifikace, výběr prvků, zrušení označení
- Odečítání souřadnic
- Nápověda

130 Rozdíl mezi checkboxem a toggle switch a jejich správné uplatnění popisuje <https://uxplanet.org/check-box-vs-toggle-switch-7fc6e83f10b8>



Obrázek 39: Prvek lišty s ovládacími panely

</>

Z kategorie ovládacích prvků je na závěr vhodné věnovat pozornost případu uživatelsky nekoncepčního řešení – odečítání souřadnic. Nástroj, který na první pohled přináší pro uživatele efektní funkcionalitu, je diskutabilní hned z několika důvodů. Bez znalosti základů matematické kartografie a explicitního uvedení kartografického zobrazení, postrádá nástroj pro neodborného uživatele zcela smysl. Vedle různých souřadnicových systémů existují i různé formáty zápisu¹³¹. Z pohledu uživatele lze pochopit výpis ve WGS84 (např. pro potřeby navigací GPS), naopak zápis v S-JTSK postrádá pro veřejnost (kromě jediné výjimky – nahlížení do katastru) smysl. Paradoxní situace nastává při implementaci v dynamickém pojetí, kdy při pohybu myši přes mapové pole se v nadefinované oblasti dynamicky zobrazují souřadnice v závislosti na umístění kurzoru myši – souřadnice nelze zkopírovat, neboť pohybem myši dojde okamžitě k přepsání souřadnic. V neposlední řadě odvádí pozornost uživatele od primárního účelu mapy. Při implementaci nástrojů podobného charakteru je potřeba zvážit cílovou skupinu a technické provedení. Nástroj odečítání souřadnic si najde své uplatnění u tematicky zaměřených řešení (katastrální či geodetické mapy), lze jej očekávat u zdrojů využívaných odbornou veřejností (ČÚZK, státní a akademická sféra, armáda). Důležité je technické provedení, umožňující zkopírování souřadnic, ideálně v různých systémech a formátech. Vhodné řešení poskytují např. Geoprohlížeč ZÚ¹³² (viz Obrázek 21) nebo Wikimapia¹³³. U obecných a pro veřejnost orientovaných řešení je třeba důkladně zvážit vhodný formát zápisu souřadnic.

<h3> 6.3.2 Menu

</h3>

U webových mapových aplikací dochází k protichůdným požadavkům – na jedné straně roste poptávka a aplikace implementují stále více nástrojů a funkcionality, na druhou stranu se „zmenšují“ zobrazovací rozměry související se zobrazením na mobilních zařízeních a zároveň uživatelé požadují přehledné a intuitivní ovládání.

Předcházející kapitola popisuje prvky nejvyšší významnosti, které uživateli nelze skrývat. Efektivní řešení, které **umožňuje méně využívané prvky upozadit, avšak zároveň je nechat stále relativně dostupné**, nabízí menu. Koncept menu webová kartografie přebírá z ostatních oborů IT, respektive tvorby webu, kde se jedná o zcela standardní řešení. Menu jako specifický kompoziční prvek webové mapy může být implementováno jako samostatný ovládací prvek nebo být součástí jiného prvku: nejčastěji postranního panelu nebo vyhledávacího okna.

131 Totožné souřadnice v WGS84 lze zapsat ve formě: 49° 35' 24" (stupně, minuty, vteřiny), 49° 35.4' (stupně, minuty), 49.59° (stupně)

132 <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>

133 <https://wikimapia.org/>

Obecný princip menu spočívá ve vyvolání kontextové nabídky na základě aktivace menu. Pozice, rozměry a směr kontextové nabídky mohou být libovolné, avšak s nástupem mobilních řešení převažuje v době sestavování tohoto textu varianta bočního menu (side menu, sidenav), na úkor tradičního horizontálního menu, jak jej známe např. z webových stránek. Boční menu lépe integruje seznam vrstev nebo funkcí než v horizontální podobě a především umožňuje vertikální posun jako charakteristický rys ovládní aplikací na mobilních zařízeních. V drtivé většině případů je ovládací prvek bočního menu (tzv. hamburger menu) lokalizován při levém horním okraji mapového pole¹³⁴, vlastní menu vyjíždí přes mapové pole nebo mapové pole posouvá zleva.

Hamburger menu¹³⁵ je v oblasti webdesignu ustálený pojem umožňující schovat kontextovou nabídku pod jediné tlačítko. Označuje uživatelské rozhraní se skrytou navigací, která se zobrazí až po stisknutí ikony/tlačítka. U provedení ovládacích prvků je potřeba vždy kriticky zhodnotit jejich přínos z pohledu uživatelských aspektů. I přesto, že hamburger menu je v době sestavování tohoto textu trendem¹³⁶ a do oblasti webové kartografie přináší bezesporu zjednodušení uživatelského rozhraní, je potřeba vzít v potaz i objektivní negativa a alternativy (Ilinčev, 2018).

</h3> 6.3.3 Vyhledávání

</h3>

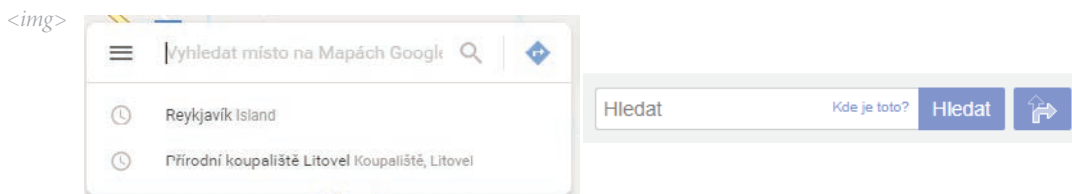
Vyhledávání jako specifický kompoziční prvek webové mapy umožňuje uživateli značně zkrátit proces hledání informací v mapě, vrací požadované výsledky na základě zadaného řetězce. V oblasti prostorových dat se nejčastěji setkáváme s **vyhledáváním adres** (geokódování) či **trasy** (routing), avšak prvek vyhledávání lze aplikovat na libovolný parametr atributových dat (ID, název, kategorie apod.). Geokódování, přesněji dopředné geokódování, je proces přiřazení zeměpisné souřadnice hledanému řetězci/adrese. Zpětné (reverzní) geokódování k zadaným souřadnicím vrací adresu, v praxi webových map vizuální lokalizaci souřadnic v mapě. Etablované komerční produkty si vyvíjejí své geokódovací nástroje, které posléze v jistém režimu mohou využívat i řešení třetích stran (Google Maps Geocoding API, ArcGIS World Geocoding, Mapbox Geocoding API, OpenCage apod.). Totožnou adresu mohou různé produkty lokalizovat jinak. Z kompozičního hlediska se jedná o výrazný prvek na principu formuláře (input text), zpravidla umístěn při levém horním okraji mapového pole nebo v liště. Pro efektivnější proces vyhledávání se implementuje tzv. našeptávač (viz Obrázek 40). Uživateli nabízí předdefinované možnosti odpovídající části zadaného řetězce. Toto řešení eliminuje riziko překlepů a zároveň uživateli nabízí nejčastěji hledané řetězce¹³⁷.

134 Jedním ze základních východisek UI z pohledu kompozice webových rozhraní je pravidlo písmene F. Vychází z principu čtení zleva-doprava a shora-dolů (připomínající písmeno F). Uživatelé začínají prohlížet web z levého horního rohu, proto nejdůležitější elementy (nadpis, logo, menu) se umísťují doleva nahoru (Nétek 2015)

135 Tři vodorovné čárky symbolizují hamburger, lze se však setkat i s grafickými alternativami nazývanými kebab menu, doner menu či meatballs menu, viz <https://twitter.com/lukew/status/591296890030915585>

136 Využití menu jako kompozičního prvku ukázkovým příkladem evoluce webové kartografie, která reaguje na trendy a technický vývoj webových produktů. Lze předpokládat, že brzká budoucnost přinese alternativní techniky, které nahradí hamburger menu.

137 Jedné pozici (konkrétním souřadnicím) může být ve vyhledávací přiřazeno i více textových řetězců, např.: „17. listopadu 12“ a „Univerzita Palackého v Olomouci – Přírodovědecká fakulta“



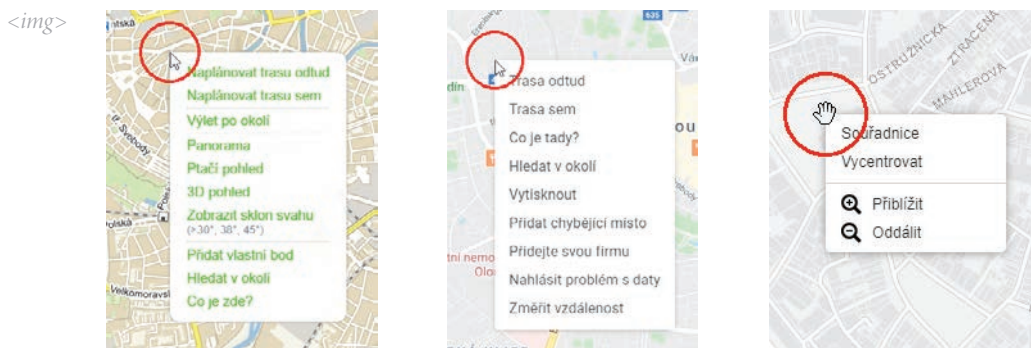
Obrázek 40: Prvek vyhledávání s našeptávačem (vlevo), bez našeptávače (vpravo)

</>

<h3> 6.3.4 Vyskakovací okno (pop-up)

</h3>

Vyskakovací okno (pop-up window, info window) je interaktivní kompoziční prvek, umožňující zobrazení doplňujících i mimomapových údajů. **Umožňuje uživateli zjistit podrobnější informace na základě interakce s mapou** – po najetí (hover efekt) případně kliknutí na konkrétní prvek obsahu mapy. Jedná se o novou formu kompozičního prvku, kterou konvenční kartografie nezná. Do vyskakovacího okna lze vložit údaje (hyper)textového, statistického, tabulárního, grafického i multimediálního charakteru, může nahrazovat atributovou tabulku, nést vyjadřovací informace namísto legendy. Lze jej navázat na jakýkoliv (bodový, liniový, plošný) prvek v mapě. Specifickým případem je vyvolání kontextové nabídky¹³⁸, kde se dokonce žádný prvek nevyskytuje. V tomto případě jsou obsahem vyskakovacího okna nástroje vázané k funkcionalitě mapy, Obrázek 41.



Obrázek 41: Vyskakovací okno s kontextovou nabídkou, vyvolané pravým tlačítkem myši; vztahný bod vždy vlevo nahoře

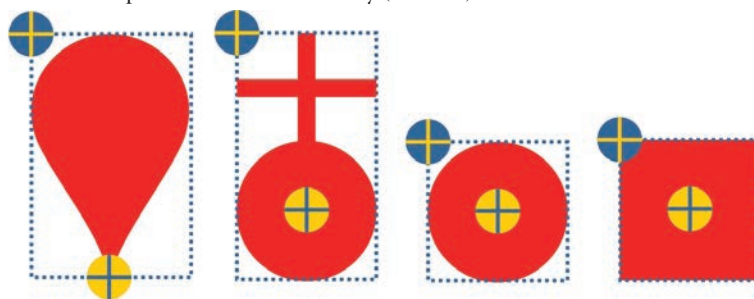
</>

Při návrhu vyskakovacích oken je důležité dbát na jejich velikost, ovládací prvky a chování. Při nevhodně zvolených parametrech **mohou vyskakovací okna velmi rychle překrýt mapové pole**, čímž se mapa stává nepřehlednou a přeplněnou. Velikost závisí na množství zobrazovaných informací v kombinaci s grafickým stylem, obzvláště u obrazových informací je potřeba věnovat pozornost jejím rozměrům. Pokud je pop-up aktivován klikem, musí obsahovat prvek pro zavření/deaktivaci (zpravidla křížek v pravém horním rohu, ideálně v kombinaci s klávesou ESC). Zároveň je vhodné nastavit automatickou deaktivaci při kliknutí mimo dané okno do mapy, čímž se eliminuje přeplněnost mapy při větším počtu aktivních oken.

Vedle parametrů samostatného okna (výška; šířka; close button; automatická

deaktivace;keepInView¹³⁹) nebo jeho obsahu (barva pozadí a písma; velikost a font písma) jsou důležité externí faktory mapového znaku: aktivní oblast (kotva) a vztažný bod. Bodové znaky nelze v mapě vykreslovat reálně pouhým bodem (byly by takřka neviditelné), proto jsou nahrazeny znakem mimoměřítkovým, typicky ikonou. Kartografické znaky se umísťují do mapy pomocí vztažných bodů, který jednoznačně určuje polohu daného objektu v reálných souřadnicích¹⁴⁰.

Aktivace pop-up okna však není vázána striktně na hranici mapového znaku, ale **na interakci s aktivní oblastí**, tzv. kotvou. U bodových prvků (ikon) je kotvou rozsah nejmenšího opsaného čtyřúhelníku okolo mapového znaku, u liniových znaků jejich průběh, u polygonů hranice mapového znaku. Pro vyšší uživatelský komfort lze aktivní oblast (malých) bodových, liniových i plošných znaků zvětšit pomocí tzv. obalové zóny (bufferu).



Obrázek 42: Každý bodový mapový znak je definován aktivní oblastí, tzv. kotvou (modře čerchovaně) a vztažným bodem. Vztažný bod kotvy (modře) je umístěn odlišně od vztažného bodu znaku (oranžově). Proto je při lokalizaci znaku do mapy potřeba uvažovat jeho posunutí (offset).

</>

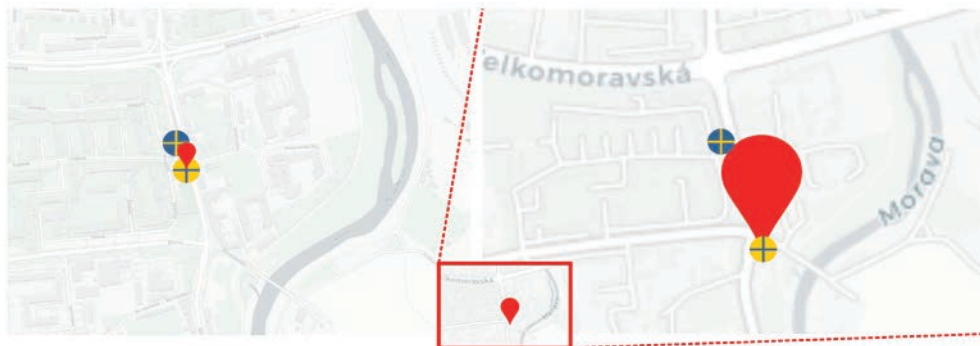
Ve výchozím stavu mapových knihoven neodpovídá (uživatelsky i kartograficky očekávané) „vizuální umístění“ ikony v mapě vztažnému bodu. Důvodem je **odlišné umístění vztažného bodu kotvy** (=reálný vztažný bod) **vůči vztažnému bodu znaku** (=kartografický vztažný bod)¹⁴¹. Odlišná pozice obou vztažných bodů je vždy závislá na provedení mapového znaku (Obrázek 42). Zatímco daný znak je v mapě lokalizován pozicí vztažného bodu kotvy a mapové knihovny jej umísťují do horního (případně spodního¹⁴²) levého rohu ikony, vztažný bod znaku očekává uživatel v případě symetrických symbolů (např. kruhu) uprostřed, naopak v případě pin ikony v jejím hrotu uprostřed dole. Při lokalizaci znaku do mapy je proto potřeba uvažovat **offset ikony – posunutí vztažného bodu kotvy vůči kartografickému vztažnému bodu**. Nevhodně stanovený nebo vůbec neuvažovaný offset má za následek nesprávné vykreslení vztažného bodu, což může uvést čtenáře v omyl.

139 Vycentrování, pokud je zobrazeno mimo mapové pole

140 Např. kruhový symbol má vztažný bod uprostřed kruhu. Vztažný bod je bezrozměrný, mapový znak dvojrozměrný.

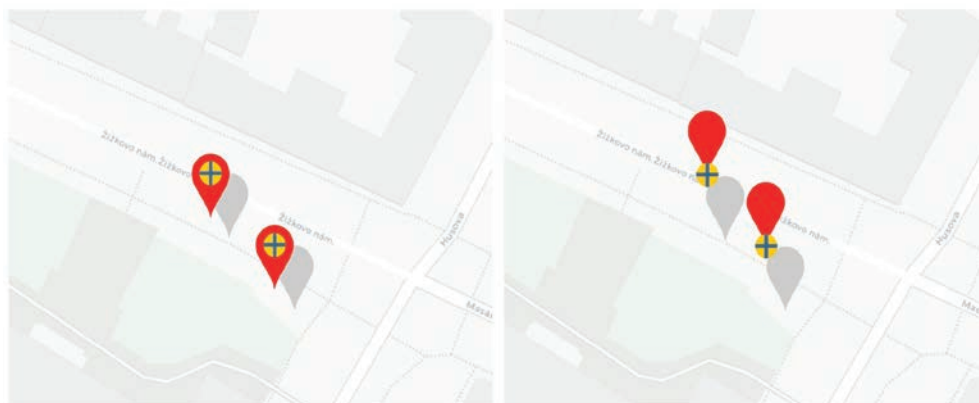
141 Z pohledu výšky/šířky ikony: nejčastěji střed/střed u pravidelných geometrických tvarů, dole/levo pro znak vlajky; dole/střed u tzv. „připínáček“ (pin ikona)

142 V závislosti na zvolené knihovně



Obrázek 43: Nevhodně stanovený vztažný bod kotvy (modře), respektive neuvažovaný offset ikony, vede napříč různými měřítky k odlišné lokalizaci vztažného bodu znaku (oranžově) a následně nesprávné interpretaci lokalizace znaku. Pozn.: vpravo 4x zvětšeno pro přímé porovnání

</>



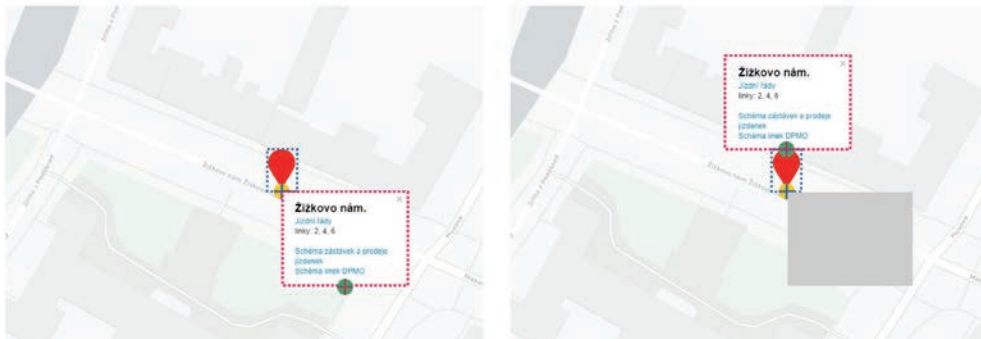
Obrázek 44: Vliv vertikálního offsetu u tzv. pin ikony – namísto umístění vztažného bodu znaku do optického středu/těžiště (vlevo) je pro interpretaci lokalizace daného znaku vhodnější vztažný bod znaku umístěný v jejím hrotu dole (vpravo). Šedě je naznačena pozice znaku při absenci offsetu.

</>

Vyskakovací okno jako celek nedisponuje aktivní oblastí ve smyslu kotvy, nicméně rozměry okna definují oblast umožňující vložení multimediálního obsahu. Nicméně i pro okno je potřeba nastavit posun (offset). Jedná se o posun vyskakovacího okna vůči vztažnému bodu znaku (Obrázek 45). Je pravidlem, že při aktivaci vyskakovacího okna, zůstává kartografický vztažný bod viditelný, a vyskakovací okno se otevře se záměrným vertikálním posunem. Nejčastější umístění vyskakovacího okna je nad kotvu znaku, v ideálním případě s vodící šipkou, označující směřování offsetu ke kotvě (Obrázek 45). Pokud by nebyl offset okna definován, vyskakovací okno by se otevřelo zpravidla doprava dolů od vztažného bodu (Obrázek 41), což je však u vyskakovacích oken nežádoucí poloha (Obrázek 45).

Naopak při nesprávně stanoveném offsetu by otevřené vyskakovací okno mohlo zakrýt vztažný bod znaku nebo celý znak. V obou případech dochází ke ztrátě kontextu a ztížení procesu čtení mapy uživatelem. Offset ikony i vyskakovacího okna je potřeba uvést vždy v absolutních nebo relativních souřadnicích vůči reálnému vztažnému bodu. Jeho výchozí umístění (nahore/vlevo,

dole/vlevo, střed/střed apod.) a orientace os jsou závislé výhradně na použité knihovně a je potřeba dohledat v dokumentaci.



Obrázek 45: Vedle definování aktivní oblasti znaku (modře čerchované) a vztahného bodu znaku s uvažovaným offsetem (oranžově), je potřeba analogicky uvažovat také rozměry vyskakovacího okna (růžově čerchované) a jeho kartografický vztahný bod s offsetem (zeleně). Šedě je naznačena pozice okna při absenci offsetu.

</>

<h3> 6.3.5 Postranní panel (sidebar) </h3>

</h3>

Alternativní formou k vyskakovacímu oknu umožňující zobrazení doplňujících informací je postranní panel (angl. sidebar)¹⁴³. Umožňuje nahradit princip vyskakovacího okna formou panelu, avšak může nést stejné typy informací (textové, statistické, tabelární, grafické, hypertextové i multimediální) a/nebo jiné kompoziční prvky. Postranní panel je konkrétní a ustálenou implementací univerzálního kompozičního prvku, umožňující nést libovolný obsah. V kontextu pojmenovávání ostatních kompozičních prvků, je z kartografického pohledu označení „postranní“ zavádějící - odkazuje primárně na jeho polohu, nikoliv na obsah.

Charakteristickým prvkem je zobrazení požadovaných informací v předem definované fixní pozici, vždy v jediné/stejné oblasti. Zatímco pozice vyskakovacího okna přímo závisí na pozici vztahného bodu, a je při každé interakci odlišná, postranní panel je definován pevnými rozměry i pozicí. Každá nová interakce zobrazuje obsah ve stejném panelu. Postranní panel je po mapovém poli druhý nejvýraznější a nejrozměrnější kompoziční prvek, který následně může integrovat prvky jiné (vyhledávání, legenda, tiráž apod.). V oblasti návrhu webových řešení obecně, se postranní panel prosazuje z důvodu znatelně lepšího uživatelského prožitku na mobilních telefonech, odkud se postupně rozšířil (Santora, 2020)¹⁴⁴. Preference sidebaru na úkor pop-upu je ovlivněna faktory:

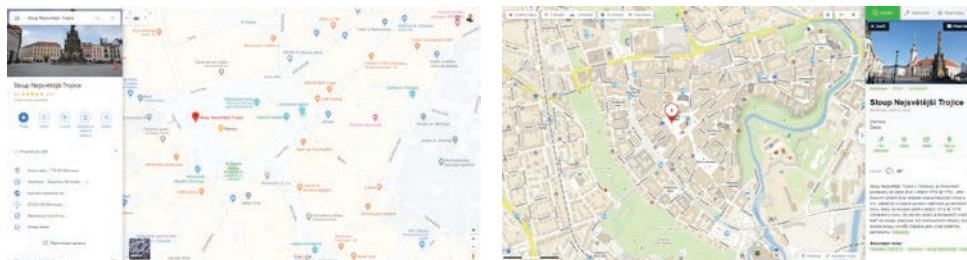
- mapové pole je stále viditelné – nedochází k rušení pozornosti čtenáře v mapovém poli
- fixní pozice – zcela eliminuje přeplnění mapového pole, nedochází k překrývání
- ovladatelnost na mobilních zařízeních – efektivnější deaktivace/minimalizace
- pevné rozměry – více prostoru pro zobrazení informace, v kombinaci s podporou scrollování prakticky neomezený prostor
- možnost aktivace ve výchozím stavu – může nést informaci obecného charakteru

¹⁴³ I když anglický ekvivalent sidebar odkazuje primárně na boční umístění, lze se ojediněle setkat i s umístěním při spodním okraji, např. atributová tabulka v ArcGIS Online

¹⁴⁴ Sekundárně i z důvodu jisté averze vůči pop-upům, které jsou zneužívány pro reklamy, bannery a jiné prvky odvádějící pozornost uživatele (Santora, 2020)

Při zobrazení panelu je potřeba uvažovat jeho efekt vůči mapovému poli (překrytí, posunutí) a rozměry¹⁴⁵, které definují oblast umožňující vložení multimediálního a interaktivního obsahu (menu, vyhledávání). Dále je nutná implementace ovládacího prvku pro deaktivaci/minimalizaci panelu (zpravidla se jedná o prvek s grafickým symbolem křížku nebo šipky) a následnou aktivaci.

Pokud je postranní panel ve výchozím zobrazení aktivní, obsahuje nejběžnější funkce – vyhledávání trasy (routování), výpis nejčastěji navštěvovaných nebo nejdůležitějších míst (Points of Interests), Table of Content, banner, copyright/tiráž, zjednodušený návod či popis projektu apod. Po aktivaci z mapového pole je panel přepsán/překryt informacemi vztahenými k aktivovanému prvku. Pokud je ve výchozím zobrazení panel skrytý, k aktivování dochází interakcí s aktivní oblastí. Oblast postranního panelu lze také využít v kombinaci s menu (kapitola 6.3.2). Z pohledu parametrů jsou zásadní pozice (vlevo, vpravo, ojedinele při dolním okraji pro atributovou tabulku), rozměry (100 % výšky a ca 20-25 % šířky obrazovky) a efekt vysouvání – ten ovlivňuje, zdali při aktivaci dochází k překrytí (slide) nebo „odsunu“ mapového pole (push). Dále je vhodné se zaměřit na grafické parametry efektu¹⁴⁶: animace, rotace, stínování, průhlednost, rychlost.



Obrázek 46: Postranní panel zobrazující údaje multimediálního charakteru (vlevo Google Maps, vpravo Mapy.cz)

</>

<h2> 6.4 Celková kompozice mapy

</h2>

I přes existenci různých kartografických škol a přístupů, setkáváme se ve výstupech konvenční kartografie s víceméně opakujícím se rozložením kompozičních prvků mapy (název při horním okraji, dominantní mapové pole, měřítko pod mapovým polem, tiráž při spodním levém nebo pravém rohu), celková kompozice mapy je ustálená. Kartografická základna staví na vysoké odbornosti, fundovanosti a respektování kartografických pravidel. Využití pouze dlouhodobě ověřených a korektních metod má za následek opakující se vzorce při realizaci map, mimojiné v oblasti kompozice. **V oblasti webové kartografie je přístup liberálnější.** Pramení z vyšší dostupnosti webové-kartografických řešení. Řada technologických přístupů i grafických trendů, přímo ovlivňující prvky uživatelského rozhraní či kompozice, je přebírána z oblasti webdesignu (kapitola 4). Nejzávažnějším důvodem je fakt, že autoři mapových aplikací nejsou jen kartografové, naopak se jimi stávají spíše programátoři a vývojáři z oblasti IT či webdesignu. Ti však často postrádají i základní kartografické znalosti. Ve výsledku jsou kompozice různých webových map i jejich provedení značně nekonzistentní, a to i mezi přímými konkurenty. Většina etablovaných produktů (Google Maps, HERE WeGo, Bing Maps, OpenStreetMap apod.) volí minimalistickou kompozici, kdy dominantním prvkem je mapové pole, u ostatních kompozičních prvků klade

145 U bočního panelu 100 % výšky obrazovky, šířku kvůli lepšímu zobrazení udávají aplikace v absolutních jednotkách (mapy.cz 400px; Google Maps 408px; OpenStreetMap 350px; Here WeGO 388 px)

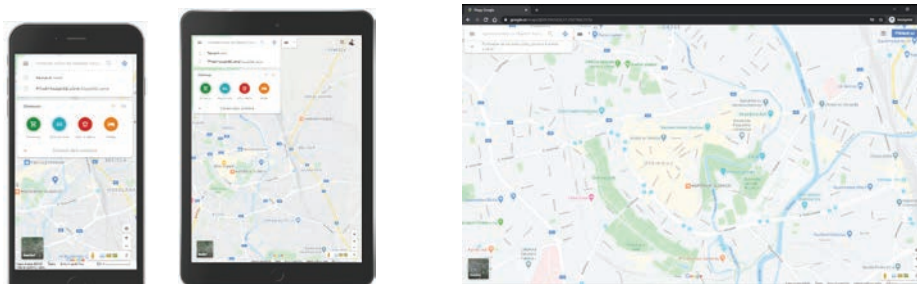
146 Varianty sidebar efektů nabízí <https://tympanus.net/Development/SidebarTransitions/>

důraz na prvek vyhledávání. Naopak např. Mapy.cz nebo MapQuest preferují výrazný boční panel a několik reklamních bannerů dokonce přímo v mapovém poli. Celkovou kompozici webových map ovlivňují čtyři faktory:

- Obsah a téma mapy – ovlivňuje výběr kompozičních prvků
- Technické řešení (konkrétní mapová knihovna) – může limitovat nebo naopak preferovat implementaci některých kompozičních prvků a celého layoutu
- Cílové zařízení – ovlivňuje přizpůsobení mapy pro desktop nebo mobilním zařízení
- Autor – znalosti a zkušenosti autora, respektive autorského kolektivu, mohou být limitující z pohledu dodržování zásad kartografie i programování

Sledovat lze **trend maximalizace mapového pole**. Pominou-li se horizontální a postranní lišty, mapové pole může zabírat 100% výšky i šířky zobrazovací plochy a ostatní kompoziční prvky jej mohou překrývat. Celkový design mapy zásadně ovlivňuje kompozice (angl. layout) webového řešení, která může být fixní nebo fluidní. Při fixním layoutu zůstává kompozice neměnná napříč různými zobrazovacími zařízeními. Fluidní layout je ve skutečnosti několik odlišných kompozic, zobrazovaných v závislosti na zobrazovacím zařízení, respektive jeho šířce. Fluidní layout je založen na responsivním designu (kapitola 7.5). Zásadním faktorem responsivního designu z kartografického hlediska je fakt, že při něm dochází ke změně kompozice. Pro jedinou aplikaci je potřeba definovat několik kompozic (nejčastěji pro širokoúhlý monitor, notebook, tablet, mobilní telefon na šířku a výšku).

V praxi dochází mezi různými zobrazovacími zařízení k odlišné pozici, jiným rozměrům a variabilnímu chování jednotlivých kompozičních prvků. V krajním případě responsivní design umožňuje vybrané prvky pro určité intervaly rozlišení skrýt, zatímco v jiných zobrazit. U aplikaci s fluidním layoutem je nemožné docílit jediné pevné kompozice, jako je tomu obvyklé v oblasti analogových mapových výstupů (např. atlasu), avšak je povinností autorského kolektivu tuto problematiku uspokojivě vyřešit. Je absolutně nepřijatelné, aby při změně kompozice docházelo k vypuštění některých prvků – nelze některé uživatele ochudit o určité prvky jen proto, že využívají odlišné zařízení. Vedle výše uvedeného je potřeba brát v potaz také aspekt různých monitorů, operačních systémů a prohlížečů, které mohou způsobit drobné odlišnosti ve vykreslování (viz kapitola 5.2).



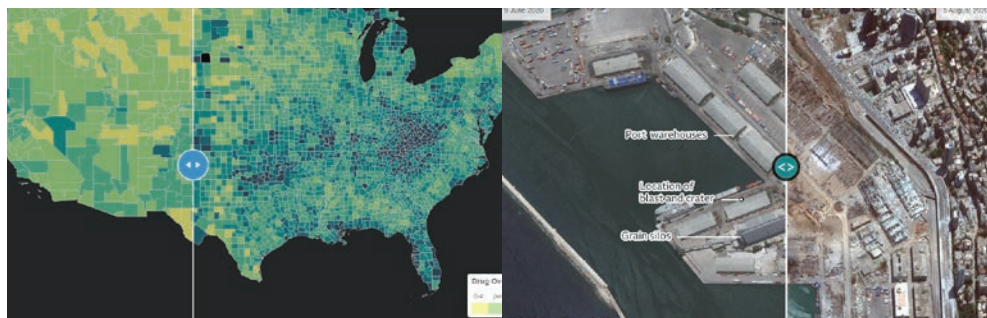
Obrázek 47: Pro responsivní design využívající fluidní layout je potřeba definovat různé kompozice v závislosti na zobrazovaném zařízení (zdroj: Google Maps)

</>

U celkové kompozice je potřeba zmínit dva specifické příklady, které mají natolik odlišnou kompozici, že si zaslouží bližší popis: rozložení umožňující vizuální porovnání dvou map (angl. swipe) a koncept map s příběhem (angl. storytelling).

<h3> 6.4.1 Porovnání dvou map (swipe) </h3>

Aplikace využívající principu swipe umožňuje vizuálně porovnávat dvojici mapových vrstev vedle sebe. Ve výchozím stavu se jedná o kompozici dvojice mapových polí umístěných horizontálně vedle sebe, přičemž každé mapové pole zabírá polovinu obrazovky. Na základě uživatelského přizpůsobení, lze kompozici, respektive šířku obou oken interaktivně měnit pomocí ovládacího prvku umožňující „swipe“. Obě mapové pole mohou implementovat základní funkcionalitu webových map formou změny měřítka (zoom in/out) a pohybu v mapě (pan). V tom případě zároveň dochází k automatické synchronizaci pozice i měřítka mezi oběma mapovými vrstvami. Swipe si nachází praktické využití u časově proměnných témat – při porovnávání tématu mezi dvěma časovými obdobími (socioekonomické údaje, kriminalita, volby, historické mapy) nebo jako efektivní nástroj porovnávání satelitních snímků před/po (krizový management, média).



Obrázek 48: Swipe umožňuje interaktivně měnit kompozici a vizuálně tak porovnávat dvojici map (kartogram výsledků voleb; vlevo) či snímků (satelitní snímek před a po výbuchu v Bejrútu v srpnu 2020; vpravo) </>

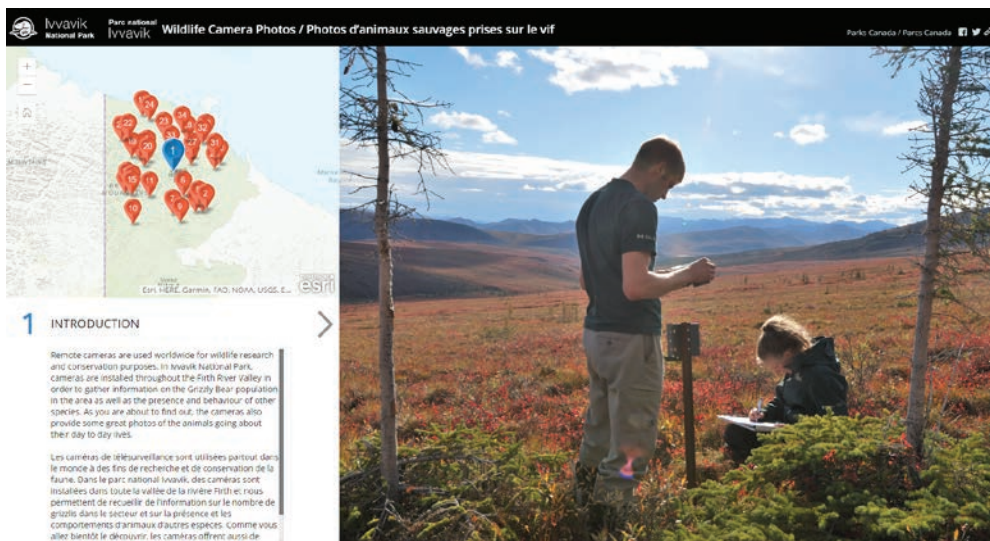
<h3> 6.4.2 Mapy s příběhem (storytelling maps) </h3>

Storytelling maps je koncept vyprávění příběhů s prostorovou tematikou. Na rozdíl od jiných mapových aplikací je důraz kladen na intuitivní vyjadřovací prostředky a efektivní způsob předávání informací čtenáři. Koncept vychází z použití primárně multimediálních prvků (fotografie, grafy, videa, animace), zatímco mapové pole se stává až druhotným/doplňkovým vyjadřovacím prostředkem. Vzhledem ke specifické konstrukci a použitým metodám jsou storytelling maps vhodné pouze pro určité spektrum témat a publikum, jejich využití lze hledat spíše v popularizačních tématech.

Mapy s příběhem jsou charakteristické měnící se kompozicí. Zatímco v některých krocích příběhu se lze setkat s konvenčním rozložením s dominantním mapovým polem, v jiných krocích mapa nemusí být obsažena vůbec. Celkově však nadstavbové a specifické kompoziční prvky hrají dominantní roli na úkor mapového pole. Nejčastěji skloňovaným nástrojem (mj. i vzhledem k názvu) pro přípravu storytelling maps je Story Maps¹⁴⁷ od firmy Esri, nicméně se lze setkat s řadou alternativ jako např. StoryMap.js (autor Knight Lab), Odyssey.js (CARTO), TimeMapper (OKFNlabs) nebo Tour Builder (Google).

147 Jedná se o rozšíření platformy ArcGIS Online o sadu šablon, uzpůsobených pro koncept map s příběhem. Ukázkou českých aplikací podává <https://www.arcdata.cz/produkty/arcgis/aplikace-arcgis/mapy-s-pribehem>; přehled zahraničních příkladů <https://storymaps-classic.arcgis.com/en/gallery>

<!-- Bližší popis konceptu storytelling map podává např. článek „Map Guide for Botanical Garden – Multidisciplinary and Educational Storytelling“ (Dobešová a kol., 2021) nebo „History storytelling with Esri’s story maps application“ (Coleman, 2015). -->



Obrázek 49: Koncept Story Maps preferuje specifické a multimediální prvky, které se stávají v kompozici dominantní, zatímco mapové pole plní roli doplňkového vyjadřovacího prostředku (zdroj: Esri)

</>

<h3> 6.4.3 Vliv vizuální hierarchie

</h3>

Vytvoření uživatelsky přívětivé a použitelné mapy vyžaduje pochopení konstrukce mapy tak, aby vytvořila koherentní celek. Vedle vlastního výběru kompozičních prvků je neméně důležité vhodné rozložení kompozice na základě tzv. vizuální hierarchie. Vizuální hierarchie je podle Taita (2018) pořadí mapových prvků, kdy **nejdůležitější prvky mají největší vizuální význam**. S pojmem se lze setkat také v oblasti webdesignu, kde ji Hlinčev (2020) definuje jako „seřazení prvků na stránce podle důležitosti“. Vizuální hierarchie je komplexní problematika reflektující velikost prvků (ať už kompozičních nebo mapových symbolů), jejich grafické provedení, kontrast, celkové vyvážení a rozmístění. Z pohledu kompozice webových map jsou klíčovým rozdílem webových map interaktivní prvky umožňující zobrazit/skrýt informace (menu, sidebar, pop-up), protože mohou nabourávat výchozí vizuální hierarchii. Vliv fluidního layoutu lze jednoduše eliminovat návrhem vícero kompozic pro jednotlivé intervaly zobrazovacích zařízení (viz úvod této kapitoly). Z pohledu návrhu webu a jeho kompozice je zásadou rozmístění prvků od nejdůležitějších (vlevo nahoře), přes středně důležité (při levém okraji) až po nejméně důležité (vpravo dole). Akceptování této zásady lze sledovat u drtivé většiny mapových aplikací, které nejdůležitější kompoziční prvky (název, ovládací prvky, menu případně vyhledávání) umísťují do levého horního rohu; při levém případně pravém okraji je prostor pro sidebar; naopak copyright jako nejméně důležitý prvek je umístěn potlačeně, nejčastěji v pravém dolním rohu. Tait (2018) porovnává vizuální hierarchii pro tištěné mapy oproti interaktivním webovým mapám, viz Tabulka 10.

<table> **Tabulka 10: Porovnání důležitosti prvků ve vizuální hierarchii pro statické tištěné mapy oproti interaktivním webovým mapám, seřazeno od nejdůležitějšího (podle Tait, 2018).**

Úroveň	Statické tištěné mapy	Interaktivní webové mapy
1	Tematické symboly	Název (titulek); uvítací obrazovka
2	Název mapy; legenda; vyjadřovací metody; popis v mapě	Vyjadřovací metody; klíčová referenční data; (otevřená) vyskakovací okna
3	Topografie: pevnina, hranice, výškopis	Podkladová mapa, popis podkladové mapy, vyhledávání
4	Doplňující materiály	Interaktivita; ovládací nástroje (pohyb, změna měřítka, výběr); tisk a sdílení
5	Topografie: vodstvo	Náhledová mapa; grafy; doplňující multimédia
6	Ostatní mapové prvky: popisné informace, mřížka, měřítko	Doplňující informace; tiráž; copyright

</table>

<!-- Vizuální hierarchii se komplexně věnuje kapitola „CV-07 Visual Hierarchy and Layout“¹⁴⁸ z encyklopedie GIS&T Body of Knowledge. -->

-->

<h3> 6.5 Vyjadřovací prostředky

</h3>

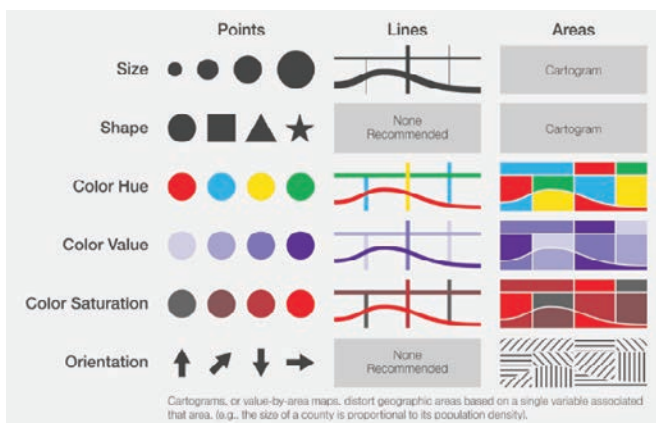
Kartografické vyjadřovací prostředky jsou podle Slovníku VÚGTK (2020) „grafické prostředky, sloužící pro vyjádření objektů a jevů a jejich charakteristik na mapě; základními prostředky jazyka mapy jsou mapové znaky“. Tato kapitola přináší pohled na specifika vyjadřovacích prostředků webové kartografie a jejich odlišné vlastnosti. Koncept vizuálních proměnných podle Bertina (1973) lze aplikovat na bodové, liniové i plošné znaky (Obrázek 50).

 Teorii kartografických znaků se zabývá kartografická sémiologie, jejíž zakladatel Jacques Bertin definoval obecně přijímaný koncept kartografických/vizuálních proměnných (tvar, velikost, barva, intenzita, hustota, orientace).

<!-- Idea kartografické sémiologie byla přejata, hojně aplikována a rozšířena i ostatními kartografy, pro obecný vhled do problematiky lze doporučit díla Voženilka, Kaňoka a kol. (2011), Miklína a kol. (2018), White (2017), Slocuma a kol., 2009 nebo MacEachrena (1994). -->

-->

148 <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/visual-hierarchy-and-layout>



Obrázek 50: Vizuální proměnné bodových, liniových i plošných znaků podle Bertina (převzato z White, 2017)

</>

<h3> 6.5.1 Bodové znaky

</h3>

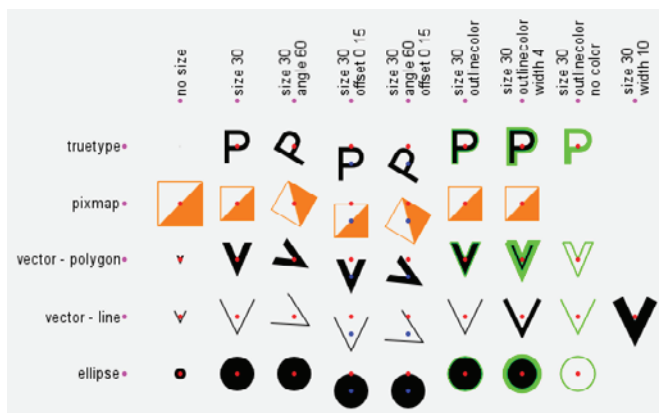
Bodový znak je často používaný vyjadřovací prostředek. Důvodem je velké množství jevů, které v měřítku mapy nelze zobrazit jako plošné (z důvodu jejich velikosti jsou nahrazeny body), případně jevů přímo bodového charakteru. Voženílek, Kaňok a kol. (2011) definují následující proměnné bodového znaku:

- **Tvar** – vzhled znaku, jeho nejvýraznější parametr, vyjadřuje kvalitativní vlastnosti jevů. Podle charakteru lze dělit na geometrické, symbolické, obrázkové a alfanumerické znaky.
- **Velikost** – rozměry znaku, nevhodnější parametr pro vyjádření kvalitativních vlastností.
- **Struktura** – vnitřní grafické členění znaku. Někteří autoři ji nahrazují pojmem textura.
- **Výplň** – barevné nebo rastrové provedení struktury. Někteří autoři nahrazují výplň za barvu (tón barvy) a její sytost.
- **Orientace** – otočení znaku.
- **Vztažný bod** – jednoznačně určuje polohu mapového znaku

Autor této publikace rozšiřuje výše uvedené proměnné pro potřeby webové kartografie o:

- **Okraj** – eliminuje nedostatečný vizuální kontrast mapových znaků vůči podkladu. Bodovým znakům se standardně přidává (nejčastěji bílý) okraj, halo efekt, případně stínování. Více viz kapitola 6.6.4
- **Průhlednost** – zabráňuje ztrátě kontextu v podkladových vrstvách, při zaplnění mapy nebo při překrývání vícero vrstev. Definuje se hodnotou od 0 % (zcela průhledný=neviditelný) do 100 % (zcela neprůhledný). U bodových znaků lze využít pro snížení vizuální důležitosti prvku, jako čistě grafický efekt apod. Více viz kapitola 6.6.4.
- **Animace** – animace jako dynamický parametr konkrétního znaku, zvyšuje vizuální hierarchii. Více viz kapitola 6.6.6.
- **Efekty webových elementů** – interaktivní efekty vázané na chování HTML elementů. Nejčastěji hover efekt (efekt po přejetí) jako princip interaktivního designu, jednoznačně identifikující aktivní odkazy. Více viz kapitola 6.6.7.

Bodové mapové znaky jsou znaky mimoměřítkové, jejich kresba v mapě neodpovídá měřítku mapy a nelze jim přisuzovat skutečnou velikost/rozlohu. Vazbu mimoměřítkového bodu vůči reálným souřadnicím zastává vztažný bod znaku (Voženílek, 2011). Vztažný bod jednoznačně určuje polohu mapového znaku. Pokud je daný bodový znak zároveň aktivním prvkem (odkazem), je nutné specifikovat také aktivní oblast odkazu, tzv. kotvu. U obdélníkového a čtvercového tvaru znaku je kotva shodná s jeho rozměry, u ostatních tvarů je kotva definovaná rozměry tzv. bounding boxu – obdélníku opisující minimální ohraničení. Dále je potřeba uvažovat posunutí tzv. offset (konkrétně popisuje kapitola 6.3.4).



Obrázek 51: Lokalizace vztažného bodů vůči různým typům bodového znaku v řešení MapServer (převzato z Freimuth, 2020)

</>

Extrémním případem je možnost změny polohy bodu. V opodstatněných případech (definování nových či aktualizace stávajících bodů) nemá daný bod pevnou pozici, ale celý bodový znak lze přesunout (angl. draggable marker). V tomto případě je potřeba volit pouze vhodné mapové znaky tak, aby jednoznačně vyobrazovaly vztažný bod a uživatel dokázal znak správně lokalizovat.

<h3> 6.5.2 Liniové znaky

</h3>

Liniový znak je prvek sloužící k zobrazení reálných (hranice, vodní toky, komunikace) i nereálných (letecké linky, migrace) liniových jevů. Linie jsou ve vektorové grafice definovány jako matematické křivky, řada webových formátů s nimi pracuje jako se sekvencí lomových bodů. Voženílek, Kaňok a kol. (2011) definují následující proměnné liniových znaků:

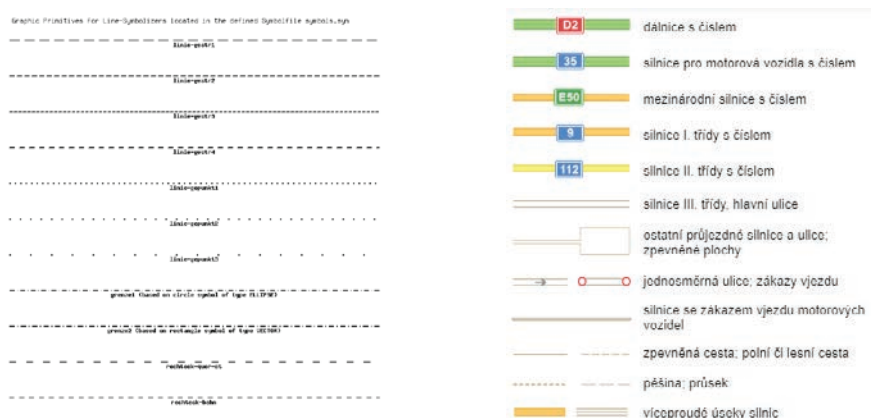
- **Struktura** – soubor grafických elementů (úseček, bodů, ploch) uskupených do liniového komplexu. Základní rozlišovací parametr liniových znaků. Ve webové kartografii se oproti konvenčním dílům (kde jsou struktury takřka neomezené) setkáváme s jednoduššími strukturami (plné, čerchované, tečkované, dvojité)
- **Tloušťka** (šířka) – vzdálenost mezi oběma okraji kresby linie
- **Barva** – vyjadřuje kvalitativní i kvantitativní vlastnosti
- **Orientace** – nesouměrnost znaku podél a napříč osy znaku

Autor této publikace rozšiřuje výše uvedené proměnné pro potřeby webové kartografie o:

- **Okraj** – eliminuje nedostatečný vizuální kontrast mapových znaků vůči podkladu. U liniových znaků se využívá v kombinaci s interaktivními efekty, u statických znaků se řeší spíše vnitřní strukturou znaku.

- **Zaoblení** (pokud není využito zaoblení na okraj) – vizuální efekt hran a lomových bodů, např. ostré, tupé, zaoblené, negativní apod.
- **Průhlednost** – zabraňuje ztrátě kontextu v podkladových vrstvách, při zaplnění mapy nebo při překrývání vícero vrstev. Definuje se hodnotou od 0 % (zcela průhledný=neviditelný) do 100 % (zcela neprůhledný). Více viz kapitola 6.6.4.
- **Animace** – animace jako dynamický parametr konkrétního znaku, u liniových znaků funguje jako atraktivní a vizuálně dominantní prvek. Více viz kapitola 6.6.6.
- **Efekty webových elementů** – interaktivní efekty vázané na chování HTML elementů. Nejčastěji hover efekt (efekt po přejetí) jako princip interaktivního designu, jednoznačně identifikující aktivní odkazy. Více viz kapitola 6.6.7.

Ve smyslu tloušťky je i liniový znak mimoměřítkový. Vztažné linie jsou zpravidla osy linií. Vykreslení liniových znaků vůči vztažné linii závisí na generalizaci vstupní datové sady, případně generalizaci v závislosti na zobrazeném měřítku (v nejmenších měřítcích dochází k největší generalizaci liniových znaků) či kartografické reprezentaci (posunutí eliminující splynutí dvou liniových prvků vedle sebe, např. silnice a řeky).



Obrázek 52: Varianty liniových znaků v prostředí MapServer (vlevo) a Mapy.cz (vpravo)

</>

<h3> 6.5.3 Plošné znaky

</h3>

Plošné (také polygonové či areálové) znaky jsou výrazným vyjadřovacím prostředkem. Obzvláště u schématických a podkladových map jsou hojně využívány. Analogicky k liniím, řada webových formátů s nimi pracuje jako se sekvencí linií skládající se z lomových bodů. Voženílek, Kaňok a kol. (2011) definují dvě proměnné plošných znaků:

- **Výplň** – barevné nebo rastrové zaplnění plochy znaku ohraničené obrysem
- **Obrys** – linie ohraničující výplň znaku, obrysová linie poskytuje k vyjádření vlastnosti plošného jevu parametry liniového znaku (strukturu, tloušťku, barvu a orientaci, zaoblení, průhlednost a efekty). Zároveň se využívá v kombinaci s interaktivními efekty.

Autor této publikace rozšiřuje výše uvedené proměnné pro potřeby webové kartografie o:

- **Průhlednost** – zabraňuje ztrátě kontextu v podkladových vrstvách, při zaplnění mapy nebo při překrývání vícero vrstev. Definuje se hodnotou od 0 % (zcela průhledný=neviditelný) do 100 % (zcela neprůhledný). U polygonových vrstev hojně

využívána. Více viz kapitola 6.6.4.

- **Animace** – animace jako dynamický parametr konkrétního znaku, dynamické plošné znaky poskytují nejširší možnosti pro vyjádření změn. Více viz kapitola 6.6.6.
- **Efekty webových elementů** – interaktivní efekty vázané na chování HTML elementů. Nejčastěji hover efekt (efekt po přejetí) jako princip interaktivního designu, jednoznačně identifikující aktivní odkazy. Více viz kapitola 6.6.7.

Plošné znaky nemají vztažný bod ani linii, nejsou mimoměřítkové. Vykreslují se umístěním obrysu ohraničující areál skutečného rozšíření jevu (Voženílek, 2011). Analogicky k liniím, jejich vykreslení závisí na generalizaci vstupní datové sady a případné generalizaci v závislosti na zobrazeném měřítku (v nejmenších měřítcích dochází k největší generalizaci liniových a plošných znaků).

</h3> 6.5.4 Multimédia

</h3>

Jako multimédia se obecně označuje oblast informačních a komunikačních technologií, která je charakteristická propojením audiovizuálních technických prostředků s počítačem. Multimédia jsou vyjadřovací prostředky dostupné v digitálních výstupech, jsou zmiňovány jako kontrast ke konvenčním prostředkům v tradiční tištěné formě. Jak uvádí Cartwright (2007) "*multimédia je interakce mezi více typy počítačem podporovaných médií.*" Webová kartografie poskytuje značný potenciál i prostor pro jejich využití, lze uvažovat prakticky všechny multimediální prvky:

- **Textové prvky (včetně hypertextu)**
- **Obrazové prvky (obrázky, fotografie, panoramatické snímky)**
- **Grafické prvky (schémata, grafy, infografiky, bannery)**
- **Zvukové prvky (hudba, melodie, mluvené slovo, ruchy)**
- **Videa (video sekvence, real-time video)**
- **Animace (animované mapy, animované sekvence typu GIF, vizuální efekty)¹⁴⁹**
- **Virtuální realita, rozšířená realita**

Ať už se jedná o jednoduchý textový odkaz nebo virtuální realitu, jednotlivé multimediální prvky samostatně i multimediální systém jako celek výrazně napomáhají k zvýšení informační náplně mapy a snadnějšímu přenosu informací k uživateli. Vedle konvenčních vizuálně interpretovatelných vyjadřovacích prostředků vytvářejí multimediální prvky přidanou hodnotu, obohacují uživatelem extrahované informace, zapomenout nelze na estetický přínos. Multimediální mapa má vyšší atraktivitu, snadněji zaujme čtenáře a udrží jej po delší dobu, přibližuje mapu širšímu spektru uživatelů. Díky multimediálním prvkům mapa může sloužit jako rozhraní k dalším datům (mapám, textům, databázím, webovým adresám atd.). Úlohy multimediálních prvků v digitální kartografii lze shrnout jako:

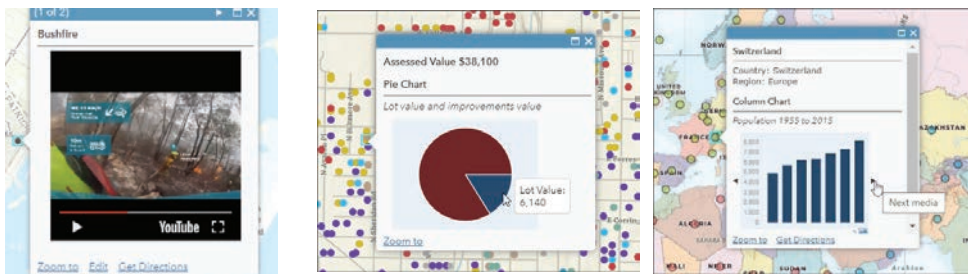
- Zvýšení náplně mapy
- Zvýšení informační hodnoty mapy
- Zjednodušení a urychlení procesu předání informací k uživateli
- Zvýšení atraktivity
- Zaujetí pozornosti uživatele
- Zvýraznění obsahu
- Zvýšení užití mapy
- Rozhraní k dalším datům

149 Nikoliv animace mapového znaku

Multimédia jsou populárním prostředkem webových map. Jejich implementace je snadná, současné webové technologie nekladou velké technické nároky na nasazení, uživatelský přínos je nezpochybnitelný. Multimediální prvky mohou plnit roli mapového znaku, ale častěji se jich využívá pro nemapové a doplňkové informace ve vyskakovacích oknech a postranních panelech, a to v libovolné formě: od obyčejného textu s odkazy, přes obrázky a videa, až po prvky rozšířené reality. **Popularita a atraktivita multimédií však svádí k jejich nadužívání.** Jejich kvalita i kvantita ovlivňují uživatelský prožitek mapy nejen pozitivně. Nevhodné řešení, a především vysoký počet multimediálních prvků zásadně stěžuje proces čtení mapy, vyvolává negativní emoce (přehlcení reklamami, nechtěné automatické spuštění videí apod.), v extrémních případech jej dokonce znemožňují (překrytí podkladové mapy či ovládacích prvků, „zamrzání“ prohlížeče při načítání velkého množství dat). Při nasazení multimédií je potřeba brát ohled na:

- Provedení multimediálních prvků (velikost, umístění)
- Jejich nastavení (automatické zapnutí/vypnutí animací či videí, varianty manuální deaktivace, možnost zvětšení/změnění)
- Kvalitu (malé nebo naopak extrémně velké fotografie či videa)
- Kvantitu (absolutní počet, počet v kombinaci s datovou velikostí)
- Obsah (návaznost na téma, věrohodnost a etické aspekty, legislativní aspekty)

<!-- Blíže se jednotlivým multimediálním prvkům věnuje Voženilek a Nėtek (2019) v kapitole „Multimedia Elements“¹⁵⁰ nebo Stopper a kol. (2012) v publikaci „Introduction to multimedia cartography“¹⁵¹. -->



Obrázek 53: Multimédia doplňují mapu o grafické nebo tabelární informace (zdroj: Szukalski, 2020)

</>

150 <https://tinyurl.com/webkar5>

151 http://www.e-cartouche.ch/content_reg/cartouche/histcarto/en/text/histcarto.pdf

<h2> 6.6 Specifické aspekty vyjadřovacích prostředků

</h2>

Kartografické vyjadřovací prostředky jsou základními elementy mapového obrazu. Voženílek, Kaňok a kol. (2011) definují trojici specifických aspektů, které jsou univerzální ve všech prostředcích: **rastr, barva, písmo**. Vedle těchto konvenčních aspektů, přináší webové prostředí další: průhlednost, multimédia, animace a webové efekty (hover efekt, zvýraznění).

<h3> 6.6.1 Rastr (šrafa)

</h3>

Tato kapitola pojednává o rastru jako vyjadřovacím prostředku ve smyslu šrafování, nikoliv rastru jako protikladu vektorovému typu dat. Rastr (angl. pattern, příp. pattern fill) je způsob vyjádření kvalitativních a kvantitativních charakteristik plošných jevů pomocí pravidelně nebo nepravidelně rozmístěných bodových nebo liniových kartografických znaků. Slouží ke zvýraznění a vzájemnému kvalitativnímu nebo kvantitativnímu odlišení areálu. Voženílek, Kaňok a kol. (2011) rastry dělí:

- podle geometrické povahy: bodový, liniový (šrafy), pravidelný, nepravidelný
- podle rozmístění znaků: pravidelný, nepravidelný
- podle provedení: barevný, černobílý
- podle užití: kvalitativní jevy, kvantitativní jevy

Bodové rastry se skládají z pravidelně nebo nepravidelně rozmístěných bodových znaků, u linií se jedná o souběžnou osnovu čar vedených jedním nebo více směry. Kvalitativní rastr se používá pro kvalitativní rozlišení vyjadřovacího jevu (geologie, skladba lesa, národnostní složení, využití země apod.), kvantitativní rastr se používá pro kvantitativní rozlišení vyjadřovacího jevu (hustota zalidnění, hektarové výnosy, eroze půdy, sklon svahů, migrační saldo apod.). Každý liniový rastr je podle Voženílk, Kaňoka a kol. (2011) určen čtyřmi parametry: **strukturou, tloušťkou/velikostí, hustotou a směrem**.

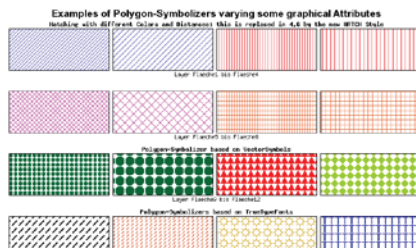
V konvenčních kartografických výstupech je rastr hojně využívanou a dobře zdokumentovanou metodou, využití má pro metody plošných znaků i kartogramy. Ve webové kartografii takovou oblibu nemá, nasazení je méně časté. Důvodem je složitější technická proveditelnost a vykreslení vzhledem k dynamickému charakteru map, proto jsou preferovány jednodušší metody založené na barvě. Na druhou stranu, většina etablovaných knihoven umožňuje vykreslení rastru pomocí pluginů a rozšíření. Nejsofistikovanější řešení, umožňující generování jakkoliv složitého typu rastru, poskytuje MapServer (Obrázek 54). V praxi lze nasazení rastru sledovat ve trojici charakteristických případů (blíže popisuje Tabulka 11):

- jednoduché šrafy a bodové symboly – pouze pro tematické vrstvy, formou jednoduchých kartogramů
- složitější pravidelné rastry – pouze pro podkladové mapy na principu vektorových dlaždic, typicky pro kvalitativní odlišení plošných znaků, typicky přírodní jevy (vodstvo, parky, vinice, mokřady, území přílivu apod.)
- tradiční rastry, totožné s konvenční kartografií – pouze pro podkladové mapy na principu rastrových mapových služeb (WMS, WMTS), prakticky jde o převod statických map do digitálního prostředí

<table> Tabulka 11: Parametry rastru ve webových mapách

	Jednoduché šrafy a bodové symboly	Složitější pravidelné rastry	Tradiční rastry
Formát	Vektor	Vektor	Rastr
Typ dat	Tematické vrstvy	Podkladová mapa	Podkladová mapa
Princip	Dynamicky generované	Mapové dlaždice vektorové	Rastrové mapové služby (WMS, WMTS)
Vykreslení	Na straně klienta (API nebo pluginy do mapových knihoven)	Na straně serveru, závislé na vykreslovacím/rendrovacím systému	Již v originálních datech, převod statických map do digitálního prostředí
Uplatnění	Kartogram, metoda kvalitativních areálů	Kvalitativní odlišení plošných znaků – přírodní jevy (vodstvo, parky, vinice, mokřady, území přílivu apod.)	Kvalitativní odlišení plošných znaků, totožné s konvenční kartografií
Nasazení	Tematické aplikace, vlastní řešení	Globální řešení obecného charakteru, podkladové mapy pro vlastní řešení	Různě
Příklady	Mapbox API ¹⁵¹ , Leaflet ¹⁵² , OpenLayers ¹⁵³ , Healty Place Index ¹⁵⁴ , MapServer ¹⁵⁵	Mapy.cz, OpenStreetMap (Mapnik ¹⁵⁶ , Stamen Toner ¹⁵⁷ , OpenCycleMap), MapServer ¹⁵⁵	Geoportál ČÚZK (Zabaged) ¹⁵⁸ , SwissTopo ¹⁵⁹

</table>



Obrázek 54: MapServer umožňuje generování složitých rastrů (převzato z Freimuth, 2020)

</>

152 <https://docs.mapbox.com/ios/maps/examples/fill-pattern/> nebo <https://medium.com/@snailbones/halftone-in-mapbox-gl-70b7dd479409>

153 <https://tinyurl.com/webkar25>

154 <https://openlayers.org/en/latest/examples/canvas-gradient-pattern.html>

155 <https://map.healthylacesindex.org/>

156 <https://mapserver.org/mapfile/symbology/construction.html#hatch-fill>

157 <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/AreaTab#Nature>

158 <http://maps.stamen.com/> nebo <https://www.maptiler.com/news/2020/04/long-live-toner/>

159 <https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>

160 <https://map.geo.admin.ch/> nebo <https://map.wanderland.ch/>

Barva je ve webové kartografii nejnázá aplikovatelný vyjadřovací prostředek, proto se těší vyšší popularitě než například rastr. Využívá se pro kvantitativní i kvalitativní jevy, uplatnění nachází v podstatě ve všech vyjadřovacích metodách. Obecnými parametry barev jsou tón, světlost a sytost, nicméně ve webovém prostředí jsou zapisovány hexadecimálním zápisem. Barvám z technického pohledu ve smyslu zobrazení na monitoru se blíže věnuje kapitola 5.2.

<!-- Pro uplatnění barev bez ohledu na platformu je potřeba respektovat zásady obecné teorie barev. Tomuto tématu se komplexně věnuje kapitola „CV-09 Color Theory“¹⁶¹ z encyklopedie GIS&T Body of Knowledge (Christophe, 2019).

Základním principům uplatnění barev na webu, což lze považovat za fundamentální vědomosti webové kartografie, se věnují příspěvky „Jak tvořit systematické barvy pro digitální produkty“¹⁶² (Chlebus, 2019) nebo „Jak pochopit barvy? Rozsáhlý průvodce pro začátečníky!“¹⁶³ (Drawplanet, 2019).

-->

Webová kartografie uplatňuje pro barvu stejné principy jako kartografie konvenční – je potřeba se zaměřit především na volbu vhodné stupnice, parametry jednotlivých barev (kontrast, sytost, čitelnost) a kartografické konvence (přiřazení modré barvy pro vodstvo, zelené pro vegetaci apod.). Náležitostmi barev z kartografického pohledu, působením barev, jejich vztahy i použitím pro kvalitativní a kvantitativní jevy se zabývá řada autorů (např. Miklín a kol., 2018; Lordneroo, 2018; Brychtová, 2015; Voženílek, Kaňok a kol., 2011; Garlandini a Fabrikant, 2009; Bláha, 2006) a proto jim zde není věnováno více prostoru.

<!-- Volba barev a jejich kontrast je jedním ze základních prvků ovlivňující tzv. přístupnost. Blíže se této otázce věnuje Dziuba (2018) v příspěvku „Accessibility tools for designers and developers“¹⁶⁴. Po ověření a stanovení vhodného kontrastu lze využít nástroj Color.review¹⁶⁵.

Případovou studii na porovnání barev podkladových map přináší Skopeliti a Stamou (2019) v článku „Online Map Services: Contemporary Cartography or a New Cartographic Culture?“¹⁶⁶.

-->

Odlíšností digitální formy je barevný model RGB, aspektem specificky-webovým je kombinace barvy s průhledností (viz kapitola 6.6.5) a přístupnost barev na webu. Záležitostí čistě individuálním, navíc podléhající trendům, je grafický styl autora. Konkrétně lze sledovat trendy v sytosti barev, kdy v době vydání publikace převažují spíše potlačená barevná schémata. Podrobné zhodnocení barevných schémat podkladových map na vybraných globálních mapových projektech (Google Maps, OpenStreetMap, HERE WeGo a Wikimapia) přináší Skopeliti a Stamou (2019).

161 <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/color-theory>

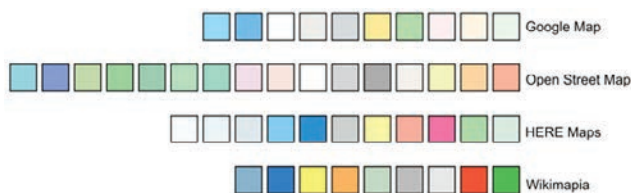
162 <http://blog.jirichlebus.cz/2019/11/18/jak-tvorit-systematicke-barvy-pro-digitalni-produkty/>

163 <https://www.drawplanet.cz/jak-pochopit-barvy-rozsahly-pruvodce-pro-zacatecniky/>

164 <https://uxdesign.cc/accessibility-tools-for-designers-and-developers-ea400a415c0a>

165 <https://color.review/>

166 <https://www.mdpi.com/2220-9964/8/5/215/htm>



Obrázek 55: Porovnání barevných schémat vybraných mapových aplikací (převzato z Skopeliti a Stamou, 2019)

</>

Co se týče specifikace tematických vrstev, konkrétně kartogramů, zde je situace zcela otevřená. Zatímco cloudové nástroje (ArcGIS Online, Mapbox, CARTO apod.) nabízejí uživateli již předdefinované palety barev (a alespoň částečně eliminují základní kartografické prohřešky), otevřené knihovny a API umožňují autorům nastavit zcela libovolná schémata. Za zmínku proto stojí dvojice nástrojů pro stanovení správných barevných schémat kartogramů: Sequential color scheme generator¹⁶⁷ (Brychtová, 2015) a ColorBrewer¹⁶⁸ (Brewer, 2005).



Obrázek 56: Předdefinovaná barevná schémata v prostředí ArcGIS Online (vlevo) a CARTO (vpravo)

</>

<h3> 6.6.3 Písmo

</h3>

Písmo slouží obecně v mapách k realizaci popisu, u webových map má výraznou funkci předání nemapových informací ve specifických kompozičních prvcích (vyskakovací okno, postranní panel, uvítací obrazovka) i jako multimediální prvek. Blíže se písmem zabývá typografie, pro vzhled do problematiky z pohledu kartografie lze doporučit díla Voženilka, Kaňoka a kol. (2011), Guidera (2007), Brewer (2005) či Slocuma (2005). Detailně se popisu na webových mapách věnovala práce Blažkové (2020). Vždy je potřeba mít na mysli, že text musí být jednoduše čitelný za každé situace, i při nepříznivých světelných podmínkách, a že různé koncové přístroje nezobrazují barvy vždy totožně.

167 <http://eyetracking.upol.cz/color/>

168 <https://colorbrewer2.org/>

Správné užití písma vyžaduje respektování typografických, kartografických i technických zásad:

- typografické (minimální velikost, kontrast, proložení, řádkování apod.)
- kartografické (vhodný rod písma, barva a řez)¹⁶⁹
- webové-technologické (jednotky velikosti, font, souborový formát, podpora diakritiky a specifických znaků)

<!-- Typografii v mapách se komplexně věnuje kapitola „CV-10 Typography“¹⁷⁰ z encyklopedie GIS&T Body of Knowledge, diplomová práce Blažkové (2020) pod názvem „Hodnocení vlivu preferencí uživatelů a vybraných doporučení k písmu a popisu v mapách“¹⁷¹, konkrétně popisu map se věnuje kapitola „Labeling and text hierarchy in cartography“¹⁷² v Cartography Guide (Axis Maps, 2017). -->

-
- Popisy překryvných (tematických) vrstev je vhodné umísťovat vodorovně (s obrazem rovnoběžek)
 - Popisy liniových/plošných objektů (např. vodstvo a pohoří) a zeměpisné sítě je vhodné umísťovat podle osy průběhu jevu (minimálně v podkladových mapách)
 - Podíl popisu na grafickém zatížení mapy by neměl přesáhnout 30 %.
 - Popisy se nesmí mezi sebou překrývat
 - Významnější prvky se zobrazují graficky výraznějším popisem
 - Není vhodné používat větší množství fontů písma
 - U barev je třeba dodržovat konvence (modrá pro vodstvo, zelená pro vegetaci, černá/šedá pro popis)
-

Blažková (2020) uvádí šestici faktorů, ovlivňující písmo na webových mapách:

- barevný režim RGB,
- zobrazovací zařízení (druh zařízení, rozlišení displeje, velikost okna prohlížeče),
- formát písma,
- kódování (podpora diakritiky),
- operační systém,
- pozorovací vzdálenost s úhlem pohledu.

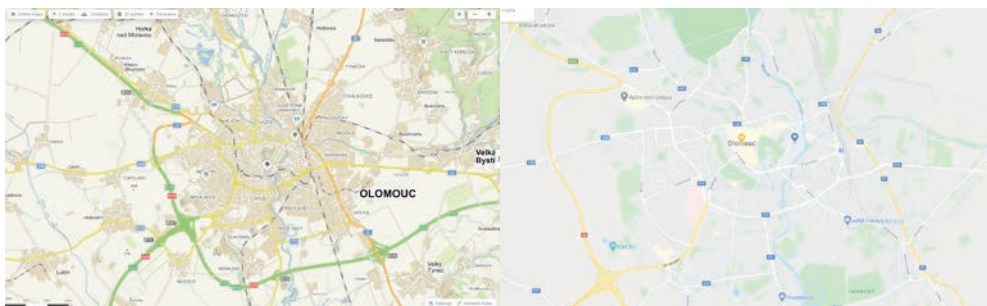
Na základě tradičních kartografických principů je čitelnost písma určována rodem, velikostí, barvou a případně dalšími parametry. Webové prostředí preferuje bezpatkové písmo (sans serif) na úkor patkového (serif), nicméně u popisu v mapě je žádoucí využít více stylů písma. Velikost textu se používá k odlišení podle důležitosti, praktické **minimum pro velikost souvislého textu na obrazovce je 12 bodů, text menší než 8px se stává nečitelným**. Pro lepší čitelnost v kontrastu s různými podkladovými mapami se písmu přidává (nejčastěji bílý) okraj (blíže kapitola 6.6.4 nebo Blažková, 2020).

169 Standardně se pro vodstvo používá modrá barva, pro vegetaci zelená, popis vodstva je vyveden kurzívou, nadpis mapy se preferuje verzálkami, nepřipustný je rod Comic Sans apod.

170 <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/typography>

171 <http://geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/blazkova20/>

172 <https://www.axismaps.com/guide/labeling>



Obrázek 57: Porovnání vyvedení popisu topografických webových map v Mapy.cz (vlevo) a Google Maps (vpravo)

</>

Problematika pozicování popisu v mapách není triviální a je potřeba ji věnovat dostatek úsilí. Většina popisů je umístěna vodorovně, výjimkou je pouze vodstva a popis uliční sítě. **Nepřípustné je překrývání popisů**, což je potřeba ošetřit obzvláště u dynamicky generovaných map v kombinaci se zobrazením napříč různými měřítky a prioritou významnosti. Provedení (velikost, tloušťka) a množství popisu se v jednotlivých zoom-levelech liší, při změně měřítka či posunu mapy je nutné přepočítat umístění popisu. Podíl popisu na grafickém zatížení mapy by neměl přesáhnout 30 % (Voženílek, Kaňok a kol., 2011). Jedná se však o velmi náročný a sofistikovaný problém z kartografického i webové-technologického pohledu, proto je vhodné jej přenechat odborníkům¹⁷³.



Obrázek 58: Preferované pozice popisu; vlevo podle Voženílek, Kaňok a kol. (2011) či Slocum (2005); vpravo podle Brewer (2005) či Robinson (1995) (převzato z Blažková, 2020)

</>

<!-- Problematice dynamického umístění popisu ve webové kartografii se věnuje např. příspěvek „Map Label Placement in Mapbox GL“¹⁷⁴ (Brammanis, 2014). -->

-->

V dnešním prostředí kartografie již není kladen důraz pouze na prostorovou složku dat, ale také na její atributovou část. Ve webovém prostředí úlohu textu značně rozšířilo využití tzv. odkazů (hyperlink – propojení zobrazeného textu na další část či zcela jiný text, obrázek či prvek) jako mimomapový prvek. Typografická doporučení pro webový text podává např. Augusta (2020). Webové prostředí využívá pro grafické vyobrazení obsahu jazyka CSS (Cascading Style Sheets, viz kapitola 7.2) CSS definuje celou řadu parametrů písma, viz Tabulka 12. S parametry

¹⁷³ Obecně otázky automatického umístění popisu se věnují díla: Automation and the map label placement problem: A comparison of two GIS implementations of label placement (Kern a Brewer, 2008), Fast Point-Feature Label Placement Algorithm for Real Time Screen Maps (Yamamoto a kol., 2005), Dynamic map labeling (Been a kol., 2006), Automatické umísťování popisu na mapách pro krizový management (Stachoň, 2009)

¹⁷⁴ <https://blog.mapbox.com/map-label-placement-in-mapbox-gl-c6f843a7caaa>

CSS je kompatibilní většina mapových knihoven, a lze je aplikovat na popis v mapovém poli. Implementace fontu písma lze realizovat dvěma způsoby: lokálně umístěným souborem a importem z jiné knihovny (např. Google Fonts). Druhý způsob v praxi umožňuje využití celého spektra fontů, aniž by je uživatel musel mít k dispozici.

<table> **Tabulka 12: Vybrané CSS parametry pro stylování písma**

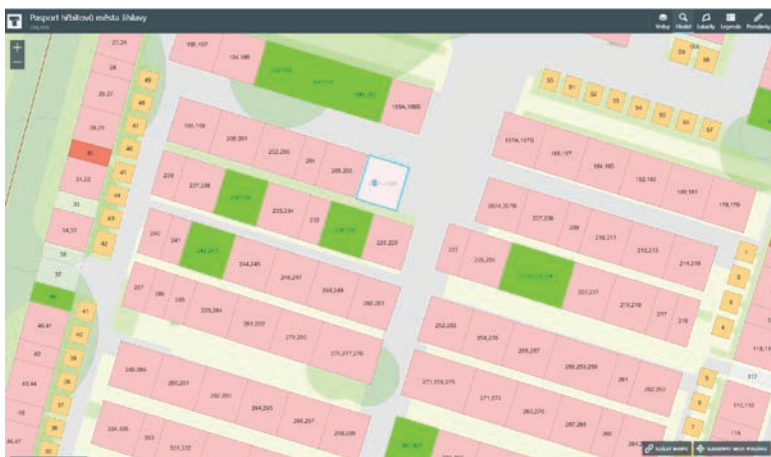
Parametr	CSS zápis	Příklady, poznámka
Barva písma	font-color	HEX nebo RGB zápis
Barva pozadí	background-color	HEX nebo RGB zápis
Průhlednost	opacity	v rozmezí 0 % - 100 %
Kategorie fontu	font-family	patková=serif; bezpatková=sans serif
Rod, resp. font písma	font-family	např. Arial, Tahoma, Times New Roman
Velikost	font-size	Uváděná absolutních (px, pt) nebo relativních (% , rem, em) jednotkách
Řez	font-style	obyčejné, kurzíva
Tloušťka/tučnost	font-weight	Uvádí se ve stovkách, od 100 do 900
Podtržení	text-decoration	
Prostrkání/prostrčení	letter spacing	
Řádkování	line-height	
Zarovnání	text-align	Vlevo, vpravo, na střed, do bloku

</table>

<h3> 6.6.4 Okraj znaku a písma

</h3>

Vzhledem k dynamicky generovanému obsahu ve webových mapách, nelze zaručit 100% kontrolu nad vizuálním kontrastem znaku vůči mapovému podkladu (různé podkladové vrstvy v různých úrovních zoomu, nestejně grafické parametry podkladu). Pro **eliminaci nevhodné kombinace bodového znaku vůči podkladu** se znakům standardně přidává okraj (obrys), nejčastěji bílé či světlé barvy. Stejnou funkci plní také stínování, které lze s bílým okrajem zkombinovat. Naopak okraj kontrastní vůči barvě/struktuře mapového znaku se využívá pro stanovení hranic znaků polygonových, kartogramu a gridu (Obrázek 59). V tomto případě lze využít okraje v kombinaci s tzv. hover efektem, kdy okraj po přejetí myši změní barvu, čímž dojde k vizuálnímu odlišení. U liniových znaků se okraj v praxi neuplatňuje. Je konvencí, že při uplatnění průhlednosti pro výplň (nejčastěji barvu) polygonů, bývá okraj sytější odstínem nebo kontrastní barvou, za účelem vizuálního odlišení sousedících areálů. V neposlední řadě, stanovení okraje zvětšuje aktivní oblast prvku (kotvu).

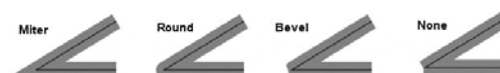


Obrázek 59: Vizuálního zvýraznění aktivního polygonu pomocí kombinace okraje a hover efektu (zdroj: T-mapy)

</>

Okraj je z podstaty liniového charakteru, proto na něj lze aplikovat liniové parametry:

- Struktura – plná, čerchovaná, tečkovaná apod.
- Tloušťka
- Barva
- Průhlednost – viz předcházející kapitola
- Efekty webových elementů – hover efekt (efekt po přejetí) viz kapitola 6.6.7.
- Zaoblení – vizuální efekt hran a lomových bodů, např. ostré, tupé, zaoblené, negativní apod. (viz obrázek)



Obrázek 60: Zaoblení jako jeden z parametrů okraje (převzato z Freimuth, 2020)

</>

Pro stínování lze využít následující (CSS) parametry:

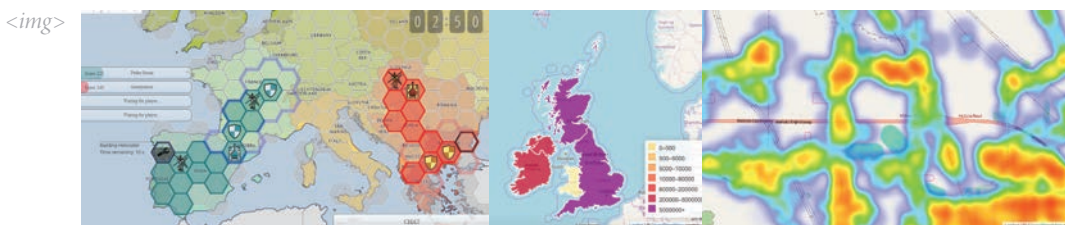
- Barva stínu
- Horizontální posun
- Vertikální posun
- Hloubka (rozptyl) – „rozmazání stínu“, při hodnotě 0 je stín ostrý a de facto okrajem

Pro lepší čitelnost popisu v mapě v kontrastu s různými podkladovými mapami se okraj (případně stín) přidává i písmu. V konvenční kartografii jde o efekt pojmenováváný jako „halo“. Opticky odděluje popis od různobarevného pozadí, popis proto zůstává vždy čitelný. Podle Blažkové (2020) je halo efekt stejnobarevné ohraničení jednotlivých písmen v popisu jednoduchým způsobem, jak zlepšit čitelnost popisu na různobarevném pozadí a/nebo při konfliktu s mapovou kresbou.

</h3> 6.6.5 Průhlednost </h3>

Průhlednost (angl. opacity nebo transparency) je parametr barvy, udávající její průhlednost na základě alfa kanálu. Protože ji však lze aplikovat na písmo, halo efekt, kompoziční prvky (vyskakovací okna, postranní lišty, měřítko, ovládací prvky) i jakoukoliv kartografickou metodu (bodové, liniové, plošné znaky, rastr, kartogram, kartodiagram, grid, heat-mapy), je zmiňována zvláště. Model RGB je pro potřeby průhlednosti rozšířen o alfa kanál (RGBA), což je vlastnost udávající hodnotu průhlednosti. Nabývá hodnot od 0 do 1, respektive od 0 % do 100 %. Hodnotu 0 nese prvek zcela průhledný (neviditelný), hodnotu 1 prvek zcela neprůhledný. Poloprůhledný prvek má průhlednost 50 % (0,5).

Ve webové kartografii lze průhlednost aplikovat odděleně jen na vyplň/strukturu znaku nebo jen na okraj, ale i dohromady. Průhlednost se aplikuje výhradně na tematické vrstvy, na podklad jen velmi zřídka (např. porovnávání změn). Nejčastěji se průhlednosti využívá u plošných znaků, které překrývají podklad. Mapy.cz aplikuje průhlednost i na vybrané bodové prvky. Díky průhlednosti čtenář mapy neztrácí kontext vůči podkladovým vrstvám a umožňuje lepší orientaci, obzvláště u velkých ploch. Průhledností lze snížit vizuální důležitost, plně neprůhledné plochy působí obzvláště při sytých barvách dominantně. Na druhou stranu je potřeba parametr průhlednosti volit obezřetně, aby daný vyjadřovací prostředek (např. barva) nezanikl. Z ryze kartografického hlediska, parametr průhlednosti neumožňuje dodržování jedné z konvenčních zásad provedení legendy: aby provedení znaku v legendě bylo shodné s provedením znaků v mapě.



Obrázek 61: Průhlednost lze uplatnit na různé vyjadřovací metody </>

</h3> 6.6.6 Animace znaku </h3>

Animace ve webové kartografii lze uplatnit na jednotlivé znaky (obsah této kapitoly) nebo na mapu jako celek (viz kapitola 2.8). Animace se používají pro vizualizaci časových změn a dynamických jevů, např. v dopravě, u historických událostí, při migraci zvířat či osob, změně pobřežní linie apod. Animace znaku je dynamická vlastnost mapového prvku¹⁷⁵. Z pohledu kartografie lze vymezit čtyři základní typy dynamických znaků:

- dynamické bodové znaky
- dynamické liniové znaky
- dynamické plošné znaky
- blikající znaky (využití animace pouze jako estetický prvek)

U každého dynamického znaku lze sledovat pět parametrů:

- forma změny znaku (tvaru, barvy, orientace, polohy, otáčení)
- frekvence změny znaku

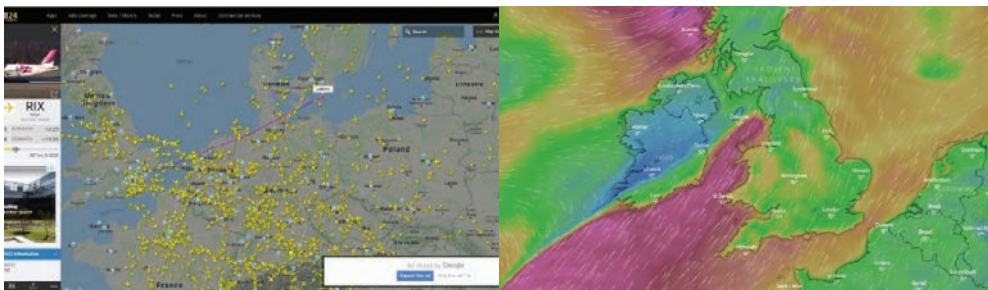
¹⁷⁵ Pokud bychom znak zobrazili samostatně, bude animovaný

- pořadí změn znaku
- průhlednost
- synchronizace

Dynamické bodové znaky cyklicky mění své parametry (barvu, velikost, orientaci, pozici), které nenesou rozlišovací atribut (např. strom, maják, větrný mlýn, semafor apod.). Dynamické liniové znaky postupně se mění tón, jas nebo sytost (např. proud vody v řece) a lze je kombinovat s další dynamickou vyjadřovací metodou (šipky, vlny, animace).

Dynamické plošné znaky poskytují nejširší možnosti pro vyjádření změn (využití země, vývoj migrace, vývoj struktury jevu, socioekonomické jevy apod). Blikající znaky se nevztahují ke kartografickému podkladu a mají za úkol upozornit na atraktivní objekty a upoutat pozornost uživatele. Na druhou stranu takováto animace může být rozptylující, pokud je prezentována nevhodně (např. u souvislého textu či uprostřed mapy, kde odpoutává pozornost od primárního účelu). I přes fakt, že webové prostředí přímo vybízí pro využití animovaných znaků, jejich reálné nasazení je ve srovnání s ostatními aspekty minimální.

<!-- Časové a časoprostorové složce digitálních map se blíže věnují kapitoly „FC-08 - Time“¹⁷⁶ (Song, 2019) a „CV-17 - Spatiotemporal Representation“¹⁷⁷ (Fish, 2018) z encyklopedie GIS&T Body of Knowledge. -->



Obrázek 62: Příklad animace bodového znaku pro oblast dopravy (vlevo; zdroj Flightradar24) a animace liniové znaku pro počasí (vpravo; zdroj : Windy) </>

<h3> 6.6.7 Webové efekty vyjadřovacích prostředků </h3>

Unikátním specifikem webové kartografie jsou efekty webových elementů aktivované na základě interakce. První skupinou jsou CSS pseudotřídy (angl. pseudo-classes). Nejrozšířenějším zástupcem pseudotřídy je tzv. **hover efekt** (někdy také mouse over efekt), kdy k efektu dochází po přejetí myši přes aktivní oblast (odkaz). Hover efekt je nejzákladnějším principem interaktivního designu, kdy prostředí reaguje na interakci s uživatelem, nicméně CSS definuje efektů a jejich aktivátorů více:

- Hover – efekt po přejetí myši
- Active / Onclick – efekt, pokud je prvek aktivní, po (dvoj)kliknutí

176 <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/time>

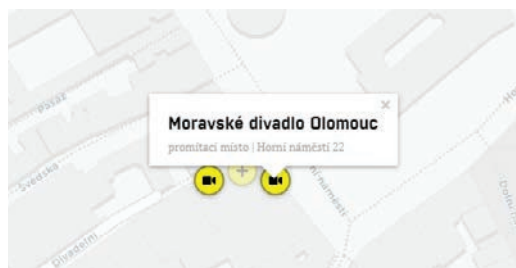
177 <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/spatiotemporal-representation>

178 U dotykových obrazovek po jednom kliku

- Focus – efekt při reakci na vstup uživatele (např. zadání do formuláře)
- Target – efekt, pokud je jiný prvek aktivní
- Visited – efekt, pokud prvek již byl aktivní

Uvedené efekty lze aplikovat na jakýkoliv HTML element, v praxi na jakýkoliv kompoziční (měřítko, nadpis, vyskakovací okno, minimapa, údaje v atributové tabulce), vyjadřovací prvek (bodový, liniový, plošný znak, grid, kartogram, popis) i obsahový prvek (text, obrázek, graf, banner ...) mapové aplikace. Vlastní vizuální provedení efektu má téměř neomezené grafické možnosti, uvažovat lze CSS parametry pro animaci, délku, zpoždění, rotaci, změnu barvy obsahu, změnu pozadí, změnu ohraničení, stínování, gradienty, průhlednost, zaoblení rohů atd. **Je třeba odlišovat, zdali při efektu dochází pouze k vizuální změně** (nejčastěji změna barvy textu, pozadí, okraje) **nebo také změně obsahu**. Hover efekt lze v kartografii využít k vyvolání nemapových informací, analogicky k trvalé aktivaci vyskakovacího okna, lze efektem vyvolat dočasné zobrazení (tzv. tooltip) prvku s názvem, popisem či jinou důležitou charakteristikou.

Druhou skupinou interaktivních efektů jsou tzv. highlights (zvýraznění/zdůraznění). Zvýraznění se využívá pro vizuální propojení prostorových a tabelárních/grafických informací, kdy dochází ke spojení prvku v mapovém poli s přiřazeným prvkem mimo mapové pole. V praxi se zvýraznění využívá při interakci s aktivním prvkem v mapě nebo při filtrování, kdy synchronně dojde ke zvýraznění příslušných korespondujících záznamů v tabulce, grafu, či diagramu. Stejný princip v opačném provedení (zvýraznění v mapě na základě interakce s tabulkou či grafem) se nazývá brushing (Dang, 2001).



Obrázek 63: Efekty webových elementů mohou být aktivovány po přejetí nebo kliknutí myši </>

<h2> 6.7 Vybrané vyjadřovací metody

</h2>

V oblasti konvenční kartografie se čtenář může setkat s desítkami vyjadřovacích metod. Jejich klasifikace se liší v závislosti na jednotlivých autorech, přehled klasifikací jednotlivých autorů podává ve své práci např. Burian (2020) nebo Vondráková (2007). Následující kapitola představuje nejpoužívanější metody tematické webové kartografie, jejichž řešení je potřeba věnovat zvýšenou pozornost. Jedná se nejdůležitější o metody, na kterých se shoduje většina kartografů (metoda bodových, liniových a plošných znaků, metoda teček, kartogram, kartodiagram apod.), doplněné o metody specifické (grid, heat-map, shlukování). Předkládaný výčet není kompletní, nicméně vzhledem k zanedbatelnému využití jiných kartografických metod ve webovém prostředí, nejsou ostatní metody blíže popisovány.

<!-- Srovnání vybraných vyjadřovacích metod (metoda teček, kartogram, hexagonálního gridu a heat-map) v oblasti webové kartografie nabízí např. příspěvky „How (not) to lie with CARTO“¹⁷⁹ (CARTO, 2019), „5 data visualization techniques for Atlas“¹⁸⁰ (Ulsh, 2018) nebo „Dots vs. polygons: How I choose the right visualization“¹⁸¹ (Walton, 2017).

Přehled 48 metod vizualizace stejného datasetu přináší galerie Esri¹⁸².

Porovnání podporovaných metod konkrétních knihoven včetně příkladů implementace přináší např. Mapbox¹⁸³, AnyChart¹⁸⁴ či DataWrapper¹⁸⁵.

Vedle v této kapitole zmíněných metod tematického obsahu, je obsahem mapy také topografický podklad – polohopis a výškopis. Ty se ve webové kartografii vyskytují formou tzv. podkladových map (basemap), kterým se věnuje kapitola 9.1.

-->

</h3> 6.7.1 Metoda bodových znaků

</h3>

Voženílek, Kaňok a kol. (2011) dělí bodové znaky podle složitosti jejich konstrukce na: geometrické, symbolické, obrázkové a alfanumerické. Specifikem webové kartografie je jistá preference bodových/liniových/plošných znaků v závislosti na zobrazovaném měřítku (zoomu). Při zobrazení v malém či středním měřítku jsou výrazně preferovány plošné znaky, bodové se vyskytují buď ojedinelé, nebo se využívá metody shlukování (kapitola 6.7.11), a to z důvodu eliminace přeplnění mapy bodovými prvky. Jinými slovy, při aplikaci bodových znaků je potřeba brát v úvahu také rozsah měřítek vůči zaplněnosti mapy. Naopak při zobrazení velkých měřítek jsou bodové znaky častější. Oproti metodám konvenční kartografie, dochází u dynamicky generovaných výstupů relativně často k překrývání bodových znaků. Je prakticky nemožné dosáhnout kompromisu při protichůdných požadavcích: zobrazení mapy v různých měřítcích a zároveň správné lokalizace všech bodů adekvátním symbolem. Je proto vždy potřeba zvážit limit únosnosti a možné řešení tohoto problému (ne/zobrazení vrstvy jen v určitých měřítcích, nastavení shlukování, dynamická změna velikosti znaku).

Grafické provedení i technické vykreslení je u bodových znaků velmi jednoduše realizovatelné. Pro jednoduché geometrické symboly lze využít přímého vykreslení ve formě vektorů¹⁸⁶, v praxi častější tvary složitějšího charakteru lze nahradit ikonou – grafickým symbolem. Výhodou aplikace ikony jsou její prakticky neomezené grafické možnosti, standardně se vytvářejí v externích grafických programech. **Ikona vložená do mapy jako rastrový nebo vektorový¹⁸⁷ soubor**

179 <https://carto.com/help/building-maps/lies/>

180 <https://blog.mapbox.com/5-data-visualization-techniques-for-atlas-7136e55cf231>

181 <https://blog.mapbox.com/right-way-visualize-data-945d6010fab0>

182 <https://tinyurl.com/webkar8>

183 <https://labs.mapbox.com/education/thematic-map-types/>

184 https://docs.anychart.com/Maps/Architecture#map_series_types

185 <https://www.datawrapper.de/maps/>

186 Ať už jako defaultní funkci mapových knihoven umožňující vykreslit bod, čtverec, kruh apod. na základě definovaných parametrů (velikost, poloměr, rotace) nebo formátu SVG

187 Vektorová varianta je vzhledem ke kvalitě vykreslení, její replikovatelnosti i datové velikosti výrazně preferována

se stává mapovým znakem. Aplikaci vlastní ikony umožňují bezesbytku všechny mapová řešení jako základní funkcionalitu. Parametry bodových znaků podle kapitoly 6.5.1 jsou: tvar, velikost, struktura, výplň, orientace, vztažný bod, okraj, průhlednost, animace, efekty webových elementů. Velikostí a výplní (sytností barvy) se odlišují kvantitativní jevy. Výplň (tón barvy) a tvar jsou vhodné pro odlišení jevů kvalitativních. Obzvláště pozornosti je třeba věnovat parametru velikosti. Při větších rozměrech dochází rychleji k zaplnění mapy a její nepřehlednosti, naopak malý symbol ztěžuje čtení mapy a interakci. Na ikonu lze snadno aplikovat aktivní oblast tzv. kotvu pro propojení s odkazem, vyskakovacím oknem, multimédií apod.

V praxi je vizualizace bodového znaku definována jeho pozicí v souřadnicích x,y (lat, lng), provedením znaku (ikonou) a doplňujícími parametry (titulek, popisek). Samotná ikona obsahuje následující proměnné¹⁸⁸:

- Odkaz (relativní či absolutní cesta) na vlastní soubor s ikonou (nahrazující parametry tvar, výplň, struktura, orientace)
- Velikost ikony
- Průhlednosti ikony
- Vztažný bod a offset ikony
- Obsah vyskakovacího okna (pokud je definováno)
- Vztažný bod a offset vyskakovacího okna (pokud je definováno)


```
var myIcon = L.Icon({
  iconUrl: 'my-icon.png',
  iconSize: [38, 95],
  iconAnchor: [22, 94],
  popupAnchor: [-3, -76],
  shadowUrl: 'my-icon-shadow.png',
  shadowSize: [68, 95],
  shadowAnchor: [22, 94]
});
L.marker([50.505, 30.57], {icon: myIcon}).addTo(map);
```

Obrázek 64: Parametry bodového znaku v knihovně Leaflet

</>

<!-- *Návrhem a provedením ikon, jako konkrétní formou bodových znaků ve webové kartografii, se zabývá kapitola „CV-34 Map Icon Design“¹⁸⁹ (Bell, 2020) z encyklopedie GIS&T Body of Knowledge.*

Případovou studii vlastního znakového klíče s orientací na bodové znaky ve webovém prostředí zpracoval Seemann (2016) v práci „Geografický informační systém církevní správy v českých zemích v raném novověku“.

-->

Pro eliminaci nedostatečného kontrastu mapového znaku vůči nejednotnému pozadí, lze uvažovat kolem znaku namísto obrysu podklad. Vlastní mapový znak je umístěn do jiného jednoduchého tvaru (kruh, čtverec, pin ikona) stejné barvy. Stejně pozadí lze aplikovat na všechny prvky nebo odlišit kvalitativní kategorie. Vedle vizuálního efektu má tento proces za následek také grafické sjednocení. Jedná se o jev typický pro ikony ze stejného setu (Obrázek 65). Set je skupina obsahově odlišných ikon s podobnými estetickými a designovými prvky. Jednotlivé mapové znaky se musí od sebe navzájem odlišovat, ale využití jednoho setu umožňuje ikony vizuálně propojit. V případě profesionálně navrženého setu ikon, přidání nové ikony nenaruší vzhled mapy, naopak přispívají

188 Vedle uvedených je možné zohlednit také stín, který buď může být přímo součástí ikony nebo definován samostatně (odkaz, velikost, vztažný bod).

189 <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/map-icon-design>

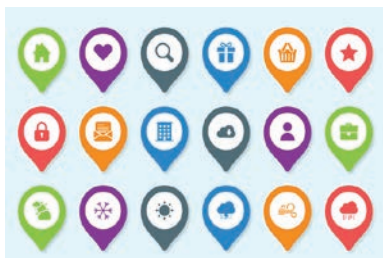
ke konzistenci vyjadřovacích prostředků a efektivnější čitelnosti mapy. Sety ikon lze obstarat bezplatnou nebo komerční formou z fotobank.



Obrázek 65: Předefinované sety ikon (např. Font Awesome vlevo, NPM Map Symbol Library vpravo) obsahují různé tematické ikony

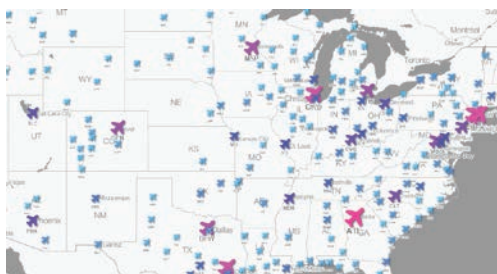
</>

Standardem pro body zájmu se v posledních letech stala ikona „připínáčku“ (angl. **pin icon**). Jedná se o univerzální ikonu obrácené kapky, která se poprvé objevila s příchodem Google Maps¹⁹⁰ v roce 2005. Vedle různých variant provedení a jejich barevného odlišení, lze do horní/širší oblasti pin ikony vložit další grafické a alfanumerické znaky (viz Obrázek 66). Jak ilustrují ve své práci Moser a Koslitz (2016), pin ikonu lze vedle tradičního uplatnění pro znaky kvalitativního charakteru, jednoduše a přehledně uplatnit i pro kvantitativní jevy. Podle Skopeliti a Stamou (2019) se s výjimkou směrovky nikdy v mapách nepoužíval jediný symbol takto masivně a mezinárodně. Jako výchozí bodový znak využívají pin ikonu knihovny např. Google Maps, Leaflet, OpenLayers apod. Vedle atraktivity a univerzálnosti je kladem také jednoznačné grafické určení vztažného bodu znaku (dole uprostřed). V případě implementace je však potřeba správně nastavit offset ikony (kapitola 6.3.4), jinak by nesprávná lokalizace znaku v mapě mohla uvést čtenáře v omyl.



Obrázek 66: Tzv. pin ikona je univerzálním bodovým symbolem (zdroj: Vecteezy)

</>



Obrázek 67: Kombinace metody bodových znaků kombinující parametr velikosti a barvy (zdroj: Leaflet Data Visualization Framework)

</>

¹⁹⁰ Ikona je od roku 2008 chráněna podle amerického patentového vzoru (patent číslo USD620950S1) jako „teardrop-shaped marker icon“. Dnes ji obsahuje mj. logo Google Maps.

<!-- Historii pin ikony a její přesah do popkultury popisuje lze nalézt na Wikipedii pod pojmem „Google Maps pin“¹⁹¹. Moser a Koslitz (2016) ve svém článku „Pins or Points? - Challenges in Producing Cartographically Appealing Webmaps“¹⁹² diskutují přínosy a nevýhody vizualizace metodou znaků a pin ikony. -->

</h3> 6.7.2 Metoda liniových znaků

Mimo liniových prvků topografického podkladu (vodstvo, komunikace), jsou liniové znaky (linie případně polylinie) jako tematický obsah využívány méně než ostatní metody. Nejčastěji se jedná o hranice (které je potřeba z datového hlediska zahrnout do kategorie plošných znaků jako jejich obrysy) a pohybové liniové znaky (migrace, doprava, socioekonomické jevy). Parametry liniových znaků podle kapitoly 6.5.2 jsou: struktura, tloušťka, barva, orientace, okraj, zaoblení, průhlednost, animace, efekty webových elementů. Struktura, orientace a tón barvy umožňují odlišit kvalitativní jevy. Sytost barvy, tloušťka a částečně i průhlednost jsou vhodné pro kvantitativní odlišení. Podobně jako u bodů, i u linií může docházet k jejich značnému překrývání způsobené křížením a tloušťkou, obzvláště při zobrazení v menších měřítcích. Možnosti řešení jsou následující: optimální stanovení parametru průhlednosti, generalizace prvků v závislosti na měřítku (princip clusterizace), zobrazení vrstvy jen v určitých úrovních měřítku nebo zobrazení liniových znaků pouhým obrysem.



Obrázek 68: Metoda liniových znaků se využívá např. pro vizualizaci migrace (zdroj: Leaflet Data Visualization Framework) </>

V praxi je vizualizace liniových znaků definována průběhem linie (lomové body, matematická křivka, zápis v interních/proprietárních formátech), uvedenými parametry a volitelně interakce s vyskakovacím oknem (jeho obsah, vztažný bod, offset). Dále lze uvažovat střed linie (center) a rozsah (bounding box, bounds), což jsou sekundární parametry dopočítané mapovou knihovnou. Termín „multiline“ je liniový objekt skládající se z několika dílčích linií.

191 https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Maps_pin

192 https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-19602-2_6

Option	Type	Default	Description
stroke	Boolean	true	Whether to draw stroke along the path. Set it to false to disable borders on polygons or circles.
color	String	'#3388ff'	Stroke color
weight	Number	3	Stroke width in pixels
opacity	Number	1.0	Stroke opacity
lineCap	String	'round'	A string that defines shape to be used at the end of the stroke.
lineJoin	String	'round'	A string that defines shape to be used at the corners of the stroke.
dashArray	String	null	A string that defines the stroke dash pattern . Doesn't work on Canvas-powered layers in some old browsers .
dashOffset	String	null	A string that defines the offset into the dash pattern to start the dash . Doesn't work on Canvas-powered layers in some old browsers .
fill	Boolean	depends	Whether to fill the path with color. Set it to false to disable filling on polygons or circles.
fillColor	String	*	Fill color. Defaults to the value of the color option
fillOpacity	Number	0.5	Fill opacity.
fillRule	String	'evenodd'	A string that defines how the inside of a shape is determined.
bubblingMouseEvents	Boolean	true	When true, a mouse event on this path will trigger the same event on the map (unless L.DomEvent.stopPropagation is used).
renderer	Renderer		Use this specific instance of Renderer for this path. Takes precedence over the map's default renderer .
className	String	null	Custom class name set on an element. Only for SVG renderer.

Obrázek 69: Parametry liniového znaku v knihovně Leaflet

</>

<h3> 6.7.3 Metoda plošných znaků

</h3>

Metoda plošných znaků (polygony) je ve webové kartografii velmi častá, a to jak pro topografický podklad (blíže diskutuje kapitola 9.1), tak pro tematický obsah. Do této kategorie patří polygonové objekty jako např. jakékoliv územní celky (státy, okresy, kraje, obvody), zájmová území, vodní či lesní plochy apod. Parametry plošných znaků podle kapitoly 6.5.3 jsou: výplň, obrys se všemi jeho parametry, průhlednost, animace, efekty webových elementů. Pro kvantitativní odlišení jevů lze uvažovat výplň (sytnost barvy nebo rastr) ve výjimečných případech průhlednost.

Na kvalitativní jevy lze aplikovat výplň (tón barvy nebo rastr) případně obrys. V praxi se u plošných znaků setkáváme s celkem omezenými možnostmi, ve výsledku lze aplikovat barvu nebo rastr, jejich průhlednost a obrys. Jak je uvedeno v kapitole 6.6.1, uplatnění rastru není v oblasti webové kartografie tak časté jako v analogových mapových výstupech, především s ohledem na složitější technickou proveditelnost. **Zásadní roli pro areálovou metodu hraje barva**, následovaná průhledností, která zabraňuje zakrytí podkladové mapy a ztrátě prostorového kontextu čtenáře mapy. Průhledností lze přímo ovlivnit i vizuální hierarchii, a eliminovat dominantnost rozsáhlých neprůhledných ploch, obzvláště sytých barev. V případě barev je zároveň je potřeba uplatnit pravidlo vizuálního kontrastu, aby spolu sousedící plochy, byly mezi sebou jednoznačně odlišitelné a identifikovatelné ve vztahu k legendě. Pro studium obecně platných zásad metody plošných znaků lze doporučit dílo Voženilka, Kaňoka a kol. (2011).

V praxi je vizualizace plošných znaků definována hranicí (respektive jejími lomovými body), uvedenými parametry a volitelně interakce s vyskakovacím oknem (obsah, offset). Jedná se o rozšíření principu linie do uzavřeného objektu. Analogicky k liniím lze uvažovat střed (center) a rozsah (bounding box, bounds. Termín „multipolygon“ je objekt skládající se z několika dílčích polygonů, umístěných vně i uvnitř sebe (výseče, ostrovy apod.). Variantou polygonu jsou i geometrické objekty kruh, čtverec či obdélník, které v mapových knihovnách lze definovat samostatně.



Obrázek 70: Po odstranění popisu a silniční sítě je v topografickém podkladu metoda plošných znaků převažující (zdroj: Google Maps) </>

<h3> 6.7.4 Metoda teček </h3>

</h3>

Metoda teček (angl. dot density) je metoda zobrazující primárně kvantitativní data. Slouží k vyjádření distribuce (rozložení) diskretních kvantitativních charakteristik bodových jevů. Metoda není vhodná pro jakoukoliv datovou sadu, neboť důležitá je dostatečná podrobnost dat. Jak uvádí Čerba (2011), kvantitativní vlastnosti se vyjadřují pomocí váhy teček, kdy je každé tečce připojena konkrétní hodnota vyjadřovaného jevu (např. 1 tečka = 1 000 osob). Pomocí teček různé barvy nebo tvaru lze vyjadřovat také kvalitu a kombinovat kvantitu i kvalitu. Správná realizace metody teček je závislá na volbě optimální váhy a velikosti tečky. Pro nastudování problematiky a algoritmu výpočtu váhy tečky lze doporučit díla Čerby (2011) nebo Voženílka, Kaňoka a kol. (2011). Z parametrů bodových znaků lze pro vizualizaci uvažovat: velikost, barvu a průhlednost.

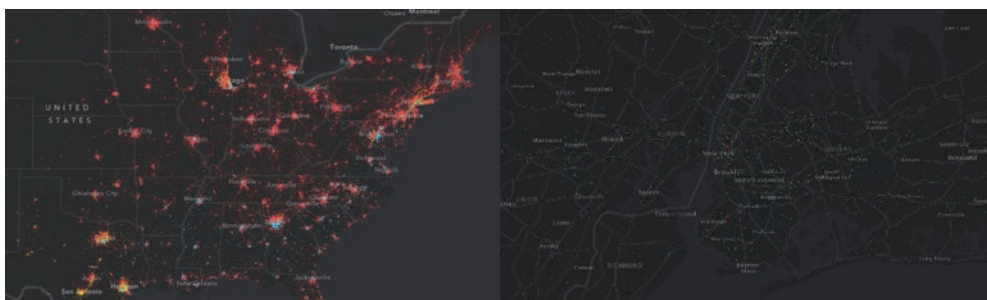


Obrázek 71. Metoda teček zachycující počet obyvatel USA (1 tečka = 100 obyvatel) </>

Ve webové kartografii se jedná o metodu užitečnou pro vizualizaci bodových dat, respektive jejich hustoty různých jevů (např. populační charakteristiky, socioekonomické jevy, doprava, výskyt požárů ale i sociální sítě či provoz webů). Populární je pro vizualizaci objemných dat. Jedná se o efektivní metodu pro vizualizaci hustoty jevu v oblasti, nikoliv pro přesný odečet hodnot. Zatímco konvenční kartografie uplatňuje podle Voženilka, Kaňoka a kol. (2011) dvojí způsob lokalizace teček (rovnoměrný/kartogramový a topografický), technologie webové kartografie umožňují náhodné rozmístění v rozsahu polygonových areálů. Algoritmus rozmístění teček je vždy závislý na zvolené mapové knihovně, **při metodě teček nelze identifikovat přesný výskyt či umístění jevu.**

Metoda teček byla původně navržena pro analogové mapy, takže v praxi webových map funguje adekvátně pouze pro zobrazení na úrovni jediného měřítka. Pokud je hodnota velikosti a hodnoty tečky optimalizována pro výchozí zoom level (např. pro úroveň států/kontinentů), při přiblížení na úroveň měst je vizualizace nedostatečná. Jak demonstruje Obrázek 72, tečky jsou při zachování stejných parametrů při změně měřítka obtížně viditelné a identifikovatelné, vizuálně je hustota nižší, než tomu je ve skutečnosti. Pochopitelně je tento jev platný i obráceně – při optimalizaci na malé regiony (velké měřítko), bude mapa při oddálení přeplněná. Řešením specifickým pouze pro oblast webové kartografie je dynamická změna parametrů teček (Obrázek 73). Technicky nejjednodušším řešením je definování intervalů a přiřazení hodnotového poměru každému intervalu zvlášť (Obrázek 74), de facto se jedná o princip podmínky¹⁹³.

Alternativním řešením je využití vlastní matematické funkce. Nejsofistikovanější řešení nabízí knihovna Esri, která implementuje do zdrojového kódu dvojici referenčních parametrů pro hodnotu tečky a měřítka (referenceDotValue a referenceScale) (Obrázek 75). Jedná se o stanovení optimálních parametrů pro vybrané referenční měřítko. Při přiblížení a oddálení mimo referenčních měřítko se hodnota tečky dynamicky přepočítává na základě právě zobrazené úrovně měřítka. I přes výše uvedenou trojici možných řešení, nelze vzhledem k extrémnímu rozsahu měřítek ve webové kartografii zaručit 100% správnou vizualizaci. Ekenes (2019) doporučuje při metodě teček nastavit minimální a maximální zoom-level nebo minimální a maximální měřítka, kdy je daná vrstva viditelná. V opačném případě může dojít k nesprávné interpretaci dat¹⁹⁴.

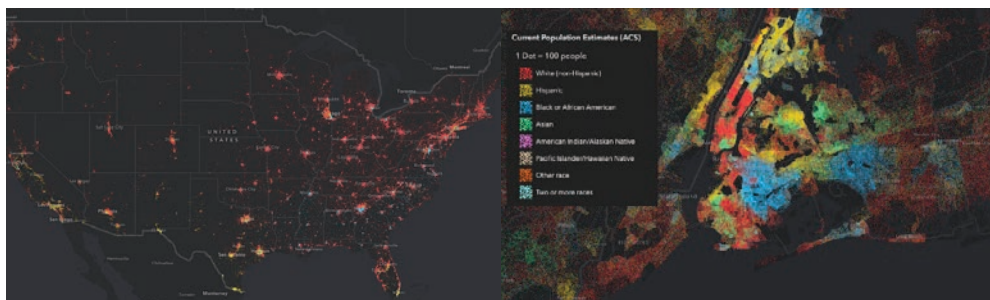


Obrázek 72: Pevně stanovený parametr metody teček (vlevo i vpravo 1 tečka = 6 400 obyvatel; počet obyvatel podle etnika) výrazně ovlivňuje vypovídající hodnotu mapy v různých měřících (převzato z Ekenes, 2019)

</>

193 Pokud je zobrazeno měřítko „z“, pak 1 tečka = „n“ obyvatel

194 Např. při přiblížení do velkých měřítek mohou uživatelé vidět prostorové vzory v bodech, které ve skutečnosti neexistují, protože jsou body vykresleny náhodně. V extrémním případě (což dynamický zoom umožňuje), kdy 1 tečka = 1 (např.) osoba, mohou být uživatelé náchylní k nesprávnému čtení umístění teček, neboť předpokládají skutečné umístění mapovaných jevů (Ekenes, 2019).



Obrázek 73: Dynamicky vypočítaný parametr metody teček v závislosti na měřítku (vlevo 1 tečka = 6 400 obyvatel; vpravo 1 tečka = 100 obyvatel; počet obyvatel podle etnika) (převzato z Ekenes, 2019)

</>


```
var zm = map.getZoom();
if (zm == 12) {
  return "1 dot = approximately 25 people"
} else if (zm < 12 && zm >= 11) {
  return "1 dot = approximately 50 people"
} else if (zm < 11 && zm >= 10) {
  return "1 dot = approximately 100 people"
} else if (zm < 10 && zm >= 9) {
  return "1 dot = approximately 200 people"
} else if (zm < 9 && zm >= 8) {
  return "1 dot = approximately 400 people"
} else if (zm < 8 && zm >= 7) {
  return "1 dot = approximately 800 people"
} else if (zm < 7 && zm >= 6) {
  return "1 dot = approximately 1600 people"
} else if (zm < 6 && zm >= 5) {
  return "1 dot = approximately 3200 people"
}
}
```

Obrázek 74: Nastavení dynamického parametru metody teček na základě intervalů

</>


```
const dotDensityRenderer = new DotDensityRenderer({
  referenceDotValue: 200, // 1 dot equals 200 people
  referenceScale: 577790, // at a 1:577,790 view scale
  legendOptions: {
    unit: "people"
  },
  attributes: [
    // field names and colors here
  ]
});
```

Obrázek 75: Nastavení dynamického parametru metody teček na základě referenční hodnoty a výchozího měřítka

</>

<!-- Podrobnou studii na uplatnění metody teček ve webové kartografii, včetně nastavení a porovnání vhodných parametrů, přináší Ekenes (2019) v příspěvku „Dot density for the web“¹⁹⁵ pro platformu Esri nebo Fischer (2013) v „Mapping Millions of Dots“¹⁹⁶ pro knihovnu Mapbox.

Návody věnující se implementaci metody teček v mapových knihovnách jsou k dispozici pro Mapbox¹⁹⁷ či Leaflet¹⁹⁸.

-->

195 <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/js-api-arcgis/mapping/dot-density-for-the-web/>

196 <https://blog.mapbox.com/mapping-millions-of-dots-77e9ad9bd663>

197 <https://labs.mapbox.com/education/thematic-map-types/dot-density/>

198 <https://observablehq.com/@joelondon/dot-density-map-in-leaflet>

6.7.5 Metoda izolíní

</h3>

Izolínie je dle Voženilka, Kaňoka a kol. (2011) „čára spojující sousední místa se stejnými hodnotami dané veličiny“. V konvenční kartografii se uplatňuje pro spojitě jevy jako nadmořská výška, hloubka moří, teplota apod. Mezi izolínie lze zařadit izohypsy (též vrstevnice; nadmořská výška), izotermy (teplota), izobary (tlak), izochrony (časová dostupnost) apod. Pro bližší seznámení se s procesem tvorby izolíní lze doporučit dílo Voženilka, Kaňoka a kol. (2011).

Metodu izolíní (angl. isolines) lze na webových mapách uplatnit dvěma způsoby: v podkladových mapách nebo tematických vrstvách. Součástí podkladových map jsou téměř výhradně izohypsy. Jedná se o podkladové vrstvy většinou rastrového charakteru, kdy izolínie jsou již součástí vstupního obrazu, nelze je oddělit od ostatního mapového podkladu, v tomto pojetí se maximálně přibližují izolíním v papírových mapách. Typickým příkladem jsou vrstevnice v topograficky nebo turisticky zaměřených aplikacích, např. Mapy.cz, Geoprohlížeč ZÚ¹⁹⁹, SwissTopo²⁰⁰ aj. (Obrázek 76). I přes značnou rozšířenost izolíní v konvenčních mapových dílech, jako samostatná tematická vrstva jsou dostupné velmi zřídka. Jedná se o tematicky úzce zaměřené aplikace např. na oblast počasí²⁰¹, ekonomie, logistiky či dopravy.

<!-- Ze zavedených mapových řešení poskytuje algoritmus na dynamické vykreslování izolíní pouze CARTO²⁰², dále lze využít API rozhraní: Here Routing API²⁰³, ISO4APP²⁰⁴ nebo Geoapify²⁰⁵. Mimo uvedené výjimky závisí implementace této metody plně na fázi přípravy dat, vyžadující vygenerování statické vrstvy a její publikování. Tento proces blíže popisuje Woodruff (2018) v příspěvku „Contour maps in a web browser“²⁰⁶.

Online řešení pro generování izochron nabízí aplikace Isolines²⁰⁷.

-->



Obrázek 76: Vrstevnice jako nejčastější uplatnění izolíní v podkladových mapách (zdroj: vlevo </> Mapy.cz; vpravo Swisstopo)

199 <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>

200 <https://map.geo.admin.ch/>

201 Aplikace Windy umožňuje zobrazení následujících izolíní: tlak, geopotencionální výška, teplota, výška hranice mrazu

202 <https://carto.com/isoline-map/>

203 <https://developer.here.com/documentation/routing>

204 <https://www.iso4app.net>

205 <https://www.geoapify.com/isoline-api/>

206 <https://www.axismaps.com/blog/2018/04/contours-in-browser>

207 <https://byollin.shinyapps.io/Isolines/>



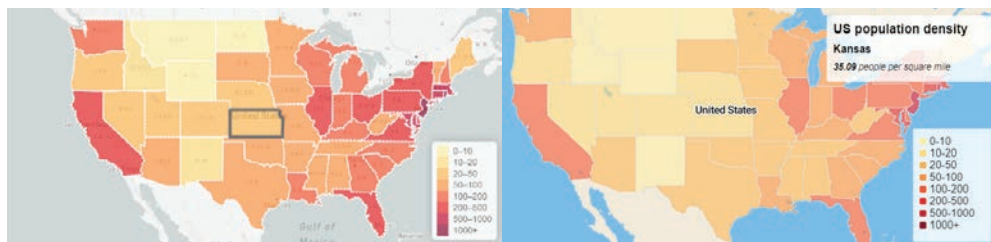
Obrázek 77: Aplikace Windy pro předpověď počasí umožňuje zobrazit izobary

</>

6.7.6 Kartogram

</h3>

Kartogram (angl. choropleth map) se řadí k nejvýznamnějším kartografickým vyjadřovacím metodám. Podstatou je znázornění jevu vyjádřeného relativními hodnotami, zachyceného za dílčí územní celky. Kaňok (1999) definuje kartogram jako „mapu s dílčími územními celky, do kterých jsou plošným způsobem znázorněna statistická data (relativní hodnoty), většinou geografického charakteru“. Kartogramy jsou tematické mapy, jejichž základem jsou areály – plošné znaky, které jsou nositelem jednoho či více²⁰⁸ kvantitativních údajů v relativních hodnotách. Z metodického hlediska je důležité, aby přepočten byl vztažen na měrnou jednotku plochy a mohlo tak docházet k přímému porovnávání územních celků mezi sebou (Voženílek, 2004). Kartogramy se vyskytují v několika variantách (jednoduché, složené, strukturní, prostorové).



Obrázek 78: Vizualizace stejného datasetu pomocí metody kartogramu v knihovně Leaflet (vlevo) a Mapbox GL JS (vpravo)

</>

Z technického pohledu není realizace kartogramu ve webovém prostředí větším problémem, metoda je nativně podporována většinou mapových knihoven (Obrázek 78). Primárně ale vyžaduje respektování obecných zásad tvorby kartogramu a přípravu dat: přepočten na relativní hodnoty, správná volba intervalů a vhodná barevná stupnice (Obrázek 79). Z parametrů plošných znaků lze uvažovat: výplň, obrys, průhlednost a efekty webových elementů. Výplň je vázána na vyjadřovací prostředek, tj. rastr nebo barvu, webová kartografie v absolutní většině případů preferuje barvu na úkor rastru. Průhlednost, analogicky k plošným znakům, zvyšuje orientaci vůči podkladovým mapám. Je potřeba zvolit optimální hodnotu, aby nezanikl tón ani sytost barvy (jako kvantitativní ukazatel), a zároveň byl viditelný topografický podklad. Doporučená průhlednost je v rozmezí

²⁰⁸ V konvenční kartografii je kartogram nositelem i více hodnot, ve webové kartografii více než jedné velmi výjimečně

65-85 %²⁰⁹. Obrys v kombinaci s hover efektem umožňuje zvýraznění vybrané nebo aktivní oblasti při vizuální identifikaci, filtrování apod. (viz Obrázek 78, vlevo).


```
function getColor(d) {
  return d > 1000 ? '#800026' :
    d > 500 ? '#DD0026' :
    d > 200 ? '#E31A1C' :
    d > 100 ? '#FC4E2A' :
    d > 50 ? '#FD8D3C' :
    d > 20 ? '#FEB24C' :
    d > 10 ? '#FED976' :
    '#FFEDA0';
}
```

Obrázek 79: Parametry kartogramu vyžadují stanovení barev pro jednotlivé intervaly

</>

<!-- *Online nástroje pro stanovení korektních barevných schémat kartogramů jsou uvedeny v kapitole 5.3.*

Návod na implementaci kartogramu podává většina mapových knihoven, např. Mapbox²¹⁰, Leaflet²¹¹, Google Maps²¹², CARTO²¹³, AnyChart²¹⁴.

Případovou studii zaměřenou na vizualizaci nakažených osob nemocí Covid-19 metodou kartogramu popisuje O' hurtado (2020) v příspěvku „Make a Covid-19 Choropleth Map in Mapbox“²¹⁵.

Porovnání kartogramu s jinými metodami popisuje Angiolillo (2019) v příspěvku „Comparative Thematic Mapping with Mapdeck“²¹⁶ nebo Lapowsky (2018) v „Is the US Leaning Red or Blue? It All Depends on Your Map“²¹⁷.

-->

</h3> 6.7.7 Dasymetrická metoda

</h3>

Cílem dasymetrické metody je areálově znázornit relativní kvantitativní data popisující nespojitý jev vztažený k ploše mapovaného území (Jaroš a Lysák, 2018). Oproti metodě kartogramu, která využívá předem definované územní jednotky na základě administrativních hranic, dasymetrická metoda stanovuje hranice areálů na základě prostorové analýzy rozmístění sledovaného jevu. Zatímco u kartogramu nelze předpokládat vždy rovnoměrnou distribuci jevu (obzvláště u velkých

209 V závislosti na typu podkladových vrstev – basemapy v potlačených barvách (např. odstíny šedé, CartoDB Positron, ZABAGED aj.) vyžadují vyšší průhlednost překryvných vrstev než kontrastní podklad (Katastrální mapa ČÚZK, Stamen Toner, OSM Mapnik) nebo satelitní/letecké snímky

210 <https://docs.mapbox.com/help/tutorials/choropleth-studio-gl-pt-2/>

211 <https://leafletjs.com/examples/choropleth/>

212 <https://tinyurl.com/webkar6>

213 <https://carto.com/help/building-maps/likes/#choropleth-maps>

214 <https://www.anychart.com/blog/2020/05/06/javascript-choropleth-map-tutorial/>

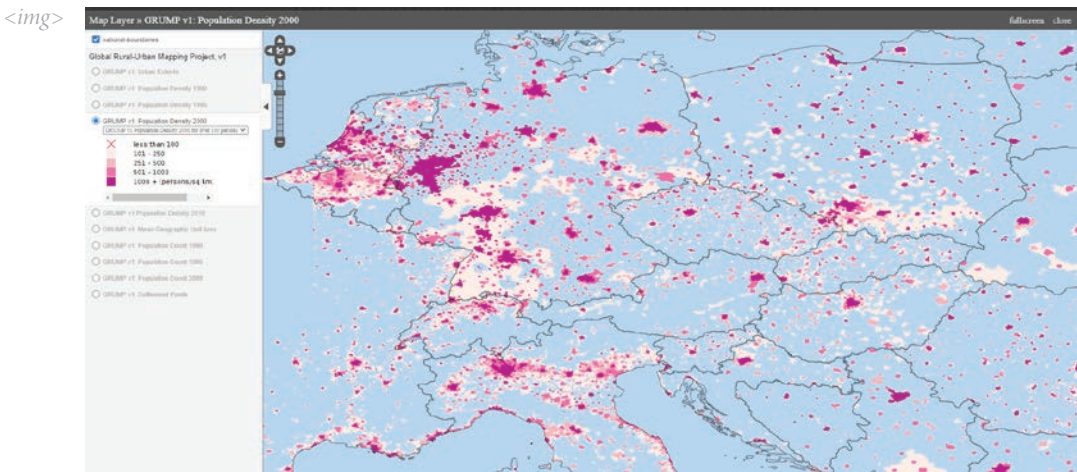
215 <https://tinyurl.com/webkar7>

216 <https://humansofdata.atlan.com/2019/05/comparative-thematic-mapping/>

217 <https://www.wired.com/story/is-us-leaning-red-or-blue-election-maps/>

oblastí) v daných administrativních jednotkách²¹⁸, dasymetrická metoda stanovuje hranice areálů tak, aby byla hodnota sledovaného jevu uvnitř areálů co nejhomogennější. I když se mohou zdát metoda kartogramu a dasymetrická metoda podobné, stojí na odlišných základech, zcela zásadní je fáze zpracování dat. Pro stanovení územních jednotek je potřeba využít specializovaný GIS nebo statistický²¹⁹ software, jehož algoritmus umožní vypočítat vhodné stanovení areálů. Online mapové knihovny takovýmto algoritmem nedisponují. Vlastní implementace do mapové aplikace, vyžadující stanovení intervalů a barevného schématu (lze použít schémata užívané pro kartogram nebo metodu intenzity jevu), je již dále totožná jako u metody kartogramu.

<!-- Případovou studii popisující zpracování dat pro dasymetrickou metodu v statickém programu R popisuje Dmowska (2019) v článku „Dasymetric Modelling of Population Distribution – Large Data Approach“²²⁰. -->



Obrázek 80: Dasymetrická metoda znázorňuje sledovaný jev (hustota obyvatel) bez vztahu k administrativním hranicím (zdroj: Global Rural-Urban Mapping Project)

6.7.8 Kartodiagram

Kartodiagram patří také obecně k jedné z nejvýznamnějších kartografických vyjadřovacích metod. Na rozdíl od kartogramu, kartodiagram vždy vyjadřuje absolutní hodnoty. Kaňok (1999) definuje kartodiagram jako „mapu s dílčími územními celky, do kterých jsou diagramy znázorněna statistická data (absolutní hodnoty), většinou geografického charakteru“. Nejčastěji se používá k prezentaci statistických údajů (Havelková, 2016). Barvami nebo rastry se nejčastěji vyplňují dílčí plochy diagramů²²¹, např. jednotlivé výseče kruhových diagramů (Voženílek, 2004). Kartodiagram může

218 Jaroš a Lysák (2018) uvádí, že „běžně naopak platí, že administrativní jednotky jsou vnitřně silně nehomogenní (největší hustota zalidnění bude v sídlech, nulová bude naopak v místě vodních ploch apod.) a výsledky prezentované kartogramem jsou tudíž často silně zkreslené.“

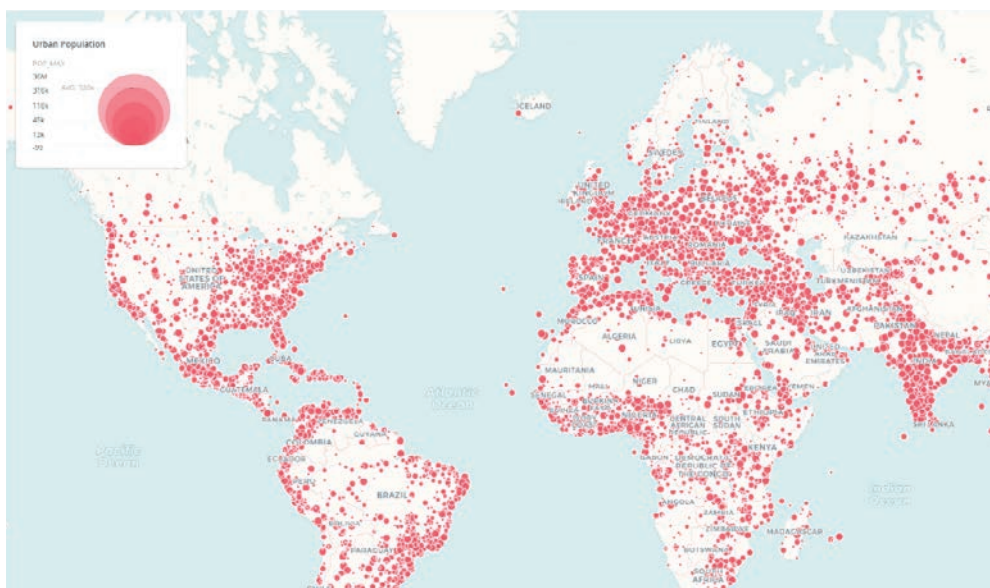
219 Program R (Tennekes, 2018)

220 <https://tinyurl.com/webkar9>

221 Přehled možných variant diagramů ve webovém prostředí podává např. Google Charts <https://developers.google.com/chart/interactive/docs/gallery>

znázorňovat data pro bodové, liniové a plošné jevy. Parametrem, který vyjadřuje kvantitu jevu je velikost (bodový znak) nebo tloušťka (liniový znak). Detailně se kartodiagramy ve své práci zabývaly Hohnová (2019)²²² nebo Havelková (2016).

Volba kartodiagramu není vhodná pro zobrazení globálně platných témat, při zobrazení v malých měřítcích a pro porovnávání hodnot mezi zeměpisnými šířkami (Obrázek 81). Důvodem je prostorová deformace narůstající od rovníku směrem k pólům při volbě Mercatorova zobrazení (viz kapitola 6.1.1). Nejčastější variantou bodových kartodiagramů jsou varianty jednoduché nebo strukturální. Důležitou součástí metody kartodiagramu je zobrazení hodnotového (diagramového) měřítká ²²³. Chybějící hodnotové měřítko je typickým prohřeškem produktů webové kartografie. Díky měřítku je možné přímo odečítat hodnotu jevu znázorněného v mapě. Pokud neexistuje vztah mezi hodnotou jevu a velikostí znaku na mapě, je obtížné rozlišit metodu kartodiagramu od metody figurálních znaků.



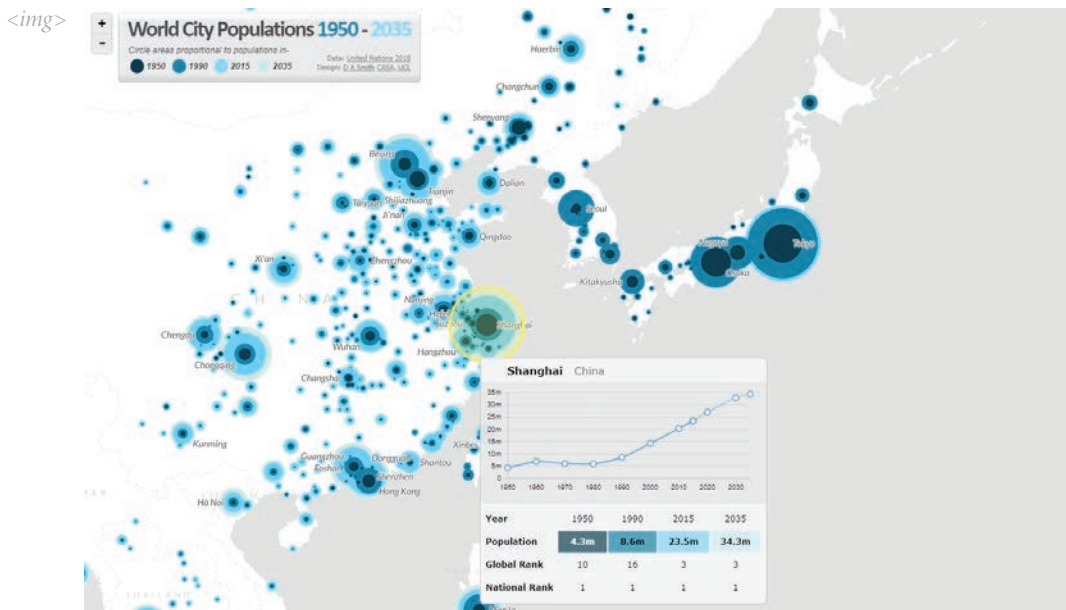
Obrázek 81: Zobrazení metodou kartodiagramu není vhodné pro velmi malá měřítká, neboť díky zobrazení Web Mercator dochází k s narůstající zeměpisnou šířkou k prostorovému zkreslení diagramů (zdroj: CARTO, 2019)

</>

Specifikem webové kartografie je kombinace diagramů s interaktivními efekty za účelem vyvolání statistických údajů v jiném kompozičním prvku (vyskakovací okno, specifický box, postranní panel), což umožňuje podat uživateli větší množství informací než jen pouhou velikost jevu (Obrázek 82).

222 Doporučit lze manuál pro tvorbu kartodiagramů dle Hohnové (2019) <http://geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/hohnova19/download/ManualHohnova.pdf>

223 Nejčastěji v grafické formě



Obrázek 82: Kombinace kartodiagramu s multimediálními informacemi (zdroj: Luminocity) </>

<!-- Návod pro tvorbu kartodiagramu podává např. knihovna Mapbox²²⁴.

Implementaci různých variant kartodiagramu v knihovně uvádí Guillem (2019) v příspěvku „Introduction to leaflet.minicharts“²²⁵.

-->

Specifickým příkladem bodového kartodiagramu je kombinace s metodou shlukování (clustering, viz kapitola 6.7.11). V závislosti na stanovených parametrech zoomu a rádiu shlukování, kdy by od určitého měřítka docházelo k enormnímu překrývání bodových znaků, dochází k nahrazení zástupným znakem, v tomto případě diagramem. V praxi se lze setkat nejčastěji s variantou strukturního-kruhového případně strukturního-prstencového kartodiagramu. Je potřeba zdůraznit, že pro každou úroveň (změnu) měřítka dochází k dynamickému překreslení grafu, jeho struktury a hodnot, ale především i vztahné oblasti. Při tradičně sestaveném kartodiagramu (byť ve webovém prostředí) jsou dílčí územní celky, za které diagramy znázorňují statistická data, mezi měřítka neměnné. Naopak u shlukování dochází mezi měřítka ke změně dílčích územních celků na základě shlukovacího algoritmu. Dochází k vykreslení unikátního kartodiagramu pro každou úroveň měřítka. Výskyt diagramů je navíc omezen jeho maximálním zoomem (největším měřítkem), kdy ještě dochází ke shlukování.

<!-- Implementaci strukturního kartodiagramu v kombinaci se shlukováním umožňuje v několika variantách Leaflet^{226, 227}.

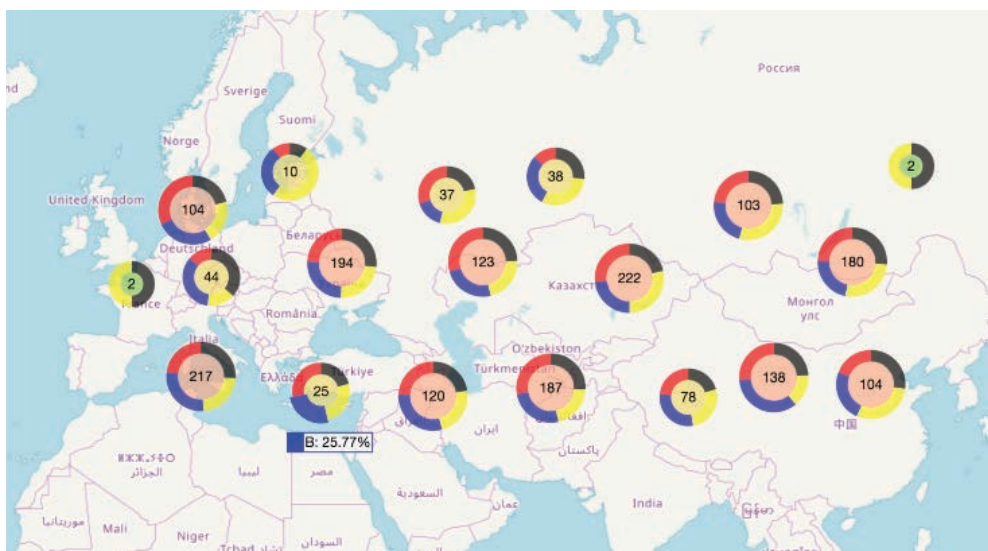
-->

224 <https://docs.mapbox.com/help/tutorials/mapbox-gl-js-expressions/>

225 <https://cran.r-project.org/web/packages/leaflet.minicharts/vignettes/introduction.html>

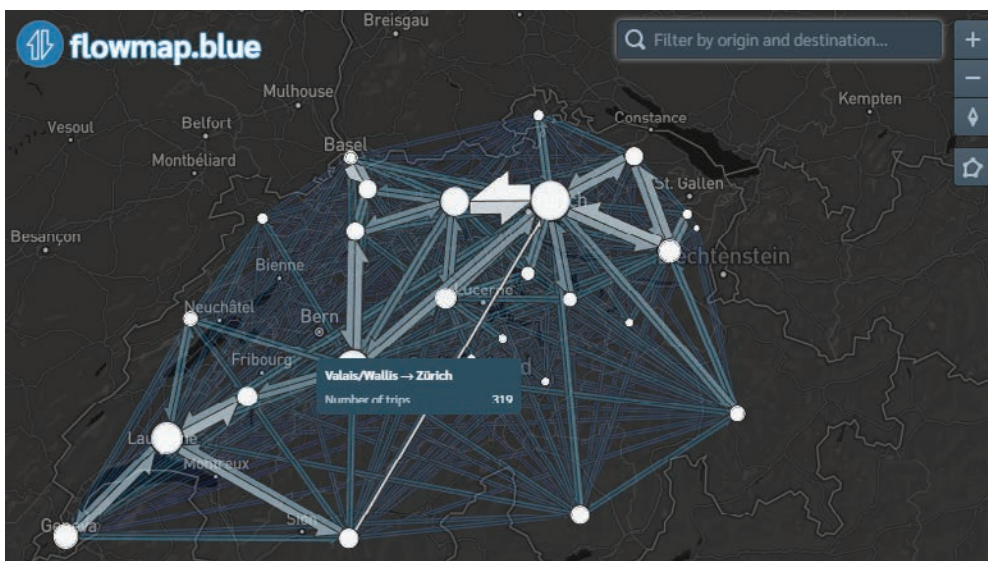
226 <https://github.com/akq/Leaflet.DonutCluster>

227 <http://bl.ocks.org/gisminister/10001728>



Obrázek 83: Strukturální kartodiagram v kombinaci s metodou shlukování (zdroj: Leaflet) </>

Liniové kartodiagramy přináší do oblasti webové kartografie populární metodu tzv. flow maps²²⁸ – mapy založené na **liniových znacích s výrazným parametrem podélné orientace (šipky)**. Umožňují vyjádřit velikost jevu i směr pohybu daného zobrazovaného jevu, jelikož znázorňovaná data se vztahují k liniím (Voženilek, Kaňok a kol., 2011). Charakteristickým jevem je interaktivita, ať už z pohledu vizuálního (zvýraznění vybraného liniového prvku) nebo datově-informačního (vyskakovací okna nebo tooltipy s atributovými informacemi). Prostor pro uplatnění nabízí také animace linií. Vedle vyjádření směru, rychlosti či frekvence jevu, je jejich přínos také estetický.



Obrázek 84: Tzv. flow maps jsou liniové kartodiagramy rozšířené o parametr podélné orientace a interaktivitu (zdroj: flowmap.blue) </>

228 Hojně rozšířená online knihovna pro tvorbu flowmap se nazývá flowmap.blue

<!-- Podrobně se věnuje problematice flow maps kapitola „CV-31 - Flow Maps“²²⁹ v encyklopedii GIS&T Body of Knowledge (Steiner, 2019) nebo článek „Design and evaluation of line symbolizations for origin–destination flow maps“²³⁰ (Koyle a Guo, 2016).

Případové studie na implementaci flow maps pomocí knihovny flowmap.blue popisuje Dempsey (2020) v příspěvku „Easily Create Interactive Flow Maps“²³¹ nebo Boyandin (2019) v příspěvku „Visualizing mobility data: the scalability challenge“²³².

Vizuálně atraktivní vizualizaci mj. flowmaps umožňuje Leaflet Data Visualization Framework²³³. -->

</h3> 6.7.9 Grid

</h3>

Metoda gridu (angl. binning, hexagon bin, hexbin²³⁴) neboli pravidelné polygonové sítě, se řadí ke zvláštnímu druhu areálových metod. Princip leží v zanedbání původních administrativních hranic a **rozdělení území pomocí pravidelné mřížky** na buňky stejné velikosti, které nepodléhají časově a územně proměnlivé administrativní struktuře (Zajícová, 2020). Hlavními parametry gridu jsou velikost a tvar. Buňka jako základní prvek gridu, může být znázorněna pomocí různých geometrických tvarů: trojúhelníků, čtverců nebo hexagonů, které jsou díky své pravidelnosti vzájemně srovnatelné. Všechny tvary mohou být orientovány v jakémkoli směru. Buňky mohou mít libovolnou velikost, nicméně velikost gridu významně ovlivňuje výslednou reprezentaci.

<!-- „Binning je skvělá alternativa pro mapování velkých bodových datových souborů, což nám umožňuje vyprávět lepší příběh bez interpolace. Binning je způsob převodu bodových dat do pravidelné mřížky polygonů tak, aby každý polygon představoval agregaci bodů, které do něj spadají“ Field (2012).

-->

Dle Klaudy (2016) umožňuje grid „hierarchizaci prostorové prezentace a její přesnosti tím, že lze volit různou velikost buňky při zachování pravidelnosti sítě“. Zásadním parametrem je výsledná hodnota jevu v buňce. Tyto hodnoty jsou do sítě přiřazovány metodami agregace, disagregace nebo jejich vzájemnou kombinací. První metodou je agregace prostorově detailních statistických dat. Jde o metodu nejjednodušší a zároveň poskytující nejlepší výsledky, kdy typicky jsou na vstupu adresně lokalizovaná data. Nejsou-li podrobnější statistická data k dispozici, lze použít metodu disagregace, která je již procesně náročnější. Obě metody lze vzájemně kombinovat. Výsledkem je hybridní model grid (Klauda, 2016).

Metoda gridu má velký potenciál při vizualizaci objemných datových souborů, zejména statistických dat, ale setkáváme se s ní o v oblasti zpracování demografických, sociálních, zemědělských, ekologických či a technicko-ekonomických dat. Pro výpočet hodnot a vizualizace je důležitou výhodou hexagonální mřížky jednoznačná definice nejbližšího okolí: každý hexagon má šest sousedících hexagonů v symetricky ekvivalentních polohách. Naproti tomu pravouhlá mřížka má dva různé druhy nejbližšího souseda: ortogonální sousedé sdílející okraj (čtyři

229 <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/flow-maps>

230 <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1473871616681375>

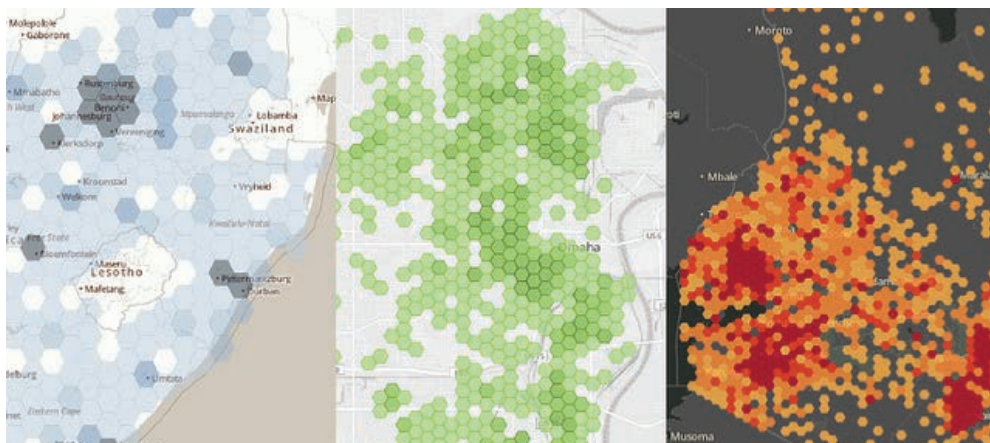
231 <https://www.gislounge.com/easily-create-interactive-flow-maps/>

232 <https://tinyurl.com/webkar10>

233 <http://humangeo.github.io/leaflet-dvf/examples/html/asylumseekers.html>

234 Anglický ekvivalent grid s hexagonovou strukturou

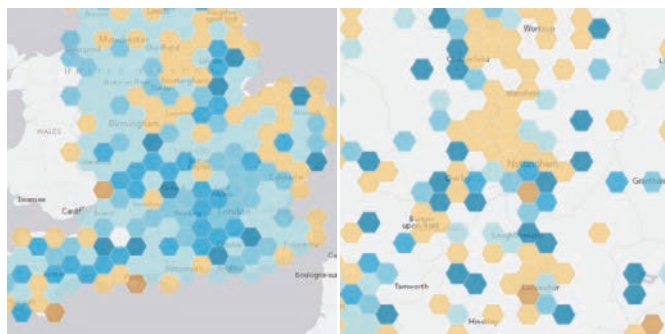
sousední buňky – “von Neumann neighbourhood”) a diagonální sousedé sdílející pouze roh (osm sousedních buněk – “Moore neighbourhood”). Simulace na pravouhlých mřížkách vyžadují nastavení relativního vážení diagonálních interakcí, kterému je zabráněno použitím hexagonální mřížky. Pokud jsou však k dispozici dostatečné informace o prostorových procesech, může být tato dodatečná flexibilita pravouhlé mřížky výhodou. (Birch a kol., 2007). Pro bližší seznámení se s metodou gridu lze doporučit práce Zajícové (2020), Klauudy (2016) nebo příspěvek Briney (2014).



Obrázek 85: Různé varianty metody gridu (převzato z Briney, 2014)

</>

Pro vizualizaci gridu v oblasti webové kartografie lze uplatnit dva přístupy – statický a dynamicky generovaný. Statická varianta využívá stejných rozměrů mřížky ve všech měřítkových úrovních. Grid není závislý na zoom-levelu, naopak vizualizace je přímo závislá na procesu předzpracování dat. Jedná se o analogii k metodě plošných znaků – vykreslení polygonů s přiřazenou hodnotou jevu pomocí barvy, což je triviální operace v jakékoliv mapové knihovně. Vybrané mapové knihovny (Mapbox, ArcGIS Online, CARTO aj.) podporují tvorbu gridové hexagonální sítě přímo z bodových dat. Při dynamickém zobrazení gridu, dochází k aktualizaci gridu a zobrazených hodnot v závislosti na právě zobrazeném měřítku. Jedná se o sofistikovaný algoritmus, podporovaný např. knihovnou Mapbox, kompromisní řešení nabízí Esri²³⁵. Z kartografických parametrů lze uvažovat tvar, velikost, průhlednost, okraj a webové efekty.

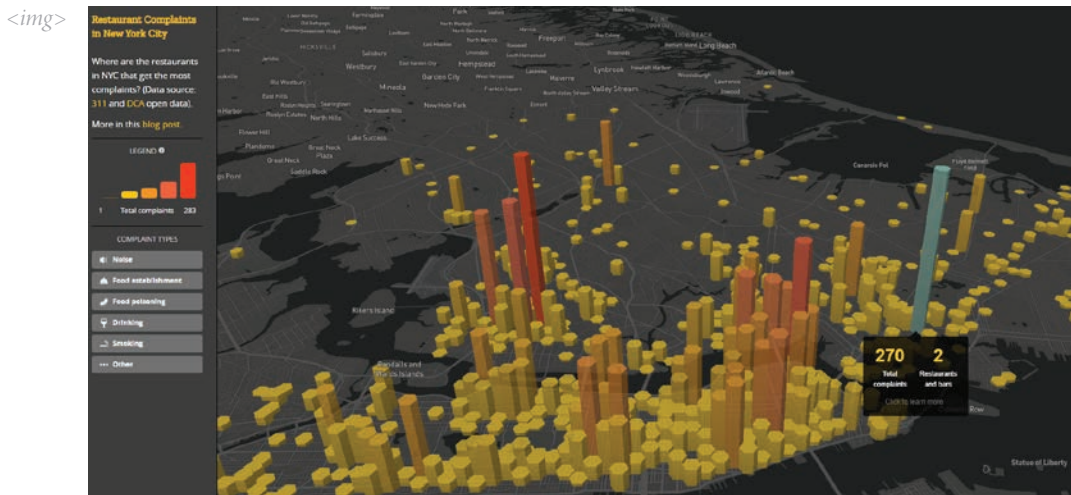


Obrázek 86: Dynamicky generovaný grid v závislosti na měřítku mapy (zdroj: Field, 2012)

</>

235 <https://tinyurl.com/webkar26>

Vizuálně atraktivní formu vizualizace přináší 3D grid (3D hexbins). Jedná se o doplnění dat o hodnoty na souřadnici z. Vertikální vykreslení je závislé na podpoře (pseudo)3D zobrazení vybrané mapové knihovny (rotace a změna úhlu pohledu). Vzhledem k obtížnější identifikaci konkrétních hexagonů, vzájemného překrývání sloupců a složitějšího a odečítání/porovnávání hodnot na vertikální ose, je tato metoda vhodná spíše jako vizuálně atraktivní alternativa. Změna perspektivy obecně v jakémkoliv typu grafické vizualizace umožňuje vizualizovat jev zavádějícím způsobem²³⁶, proto je důležité objektivně zvážit její nasazení, byť jen pro prezentační účely.



Obrázek 87: Vizualizace formou 3D gridu (zdroj: Mapbox)

Okraj a hover efekt lze kombinovat pro vizuální identifikaci a zvýraznění, uvažovat lze i interaktivní zobrazení statických informací ve vyskakovacím okně. Volba gridu není stejně jako u kartodiagramu ideální pro zobrazení globálně platných témat, při zobrazení v malých měřících a pro porovnávání hodnot mezi zeměpisnými šířkami. Důvodem je prostorová deformace narůstající od rovníku směrem k pólům při volbě Mercatorova zobrazení (viz kapitola 6.1.1).

<!-- Případové studie na zpracování dat metodou gridu:

„Lesson 05: Spatial Joins, Hexbins, and Heat Mapping“²³⁷ (Newmapsplus, 2020)

„Pražské hospody a bary – případová studie na jejich optimalizaci s využitím nástrojů jazyka R“²³⁸ (Lacko, 2020)

„Comparing Residents’ Fear of Crime with Recorded Crime Data—Case Study of Ostrava, Czech Republic“²³⁹ (Pánek a kol., 2019)

„Tvorba map v gridové struktuře v QGIS“²⁴⁰ (Pavlíček, 2017)

²³⁶ Typickým prohrěškem je zobrazení statistických dat v 3D koláčovém grafu

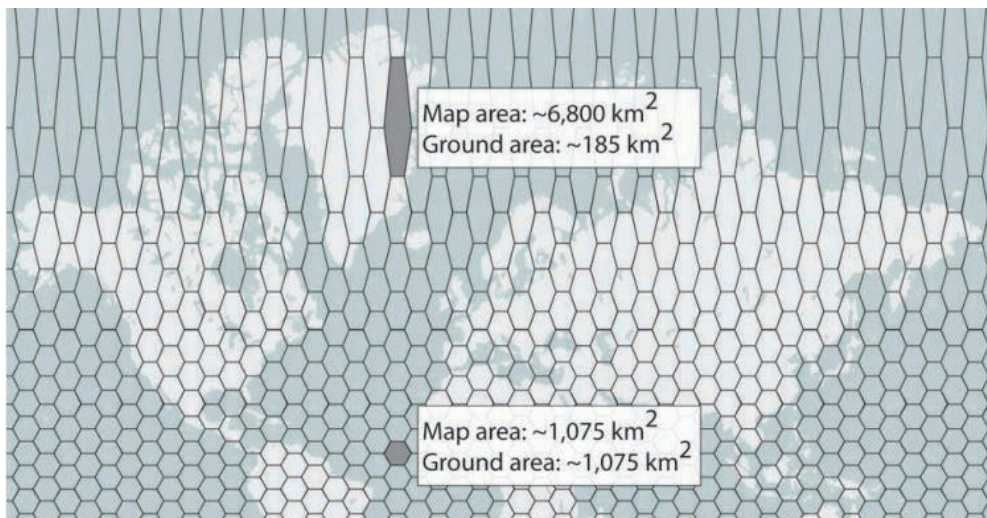
²³⁷ http://newmapsplus.github.io/map671/05_2018/

²³⁸ <https://www.jla-data.net/cze/optimalizace-hospod/>

²³⁹ <https://www.mdpi.com/2220-9964/8/9/401/htm>

²⁴⁰ <https://gisportal.cz/tvorba-map-v-gridove-strukture-v-qgis/>

<!-- „Using a binning technique for point-based multiscale web maps“²⁴¹ Field (2012) Mezi mapové knihovny podporující generování metody gridu on-screen lze uvést ArcGIS Online²⁴², CARTO²⁴³, D3²⁴⁴ či Mapbox²⁴⁵. -->



Obrázek 88: Prostorová deformace gridu ve vyšších zeměpisných šířkách, způsobená použitím Web Mercatorova zobrazení (převzato z Battersby a kol., 2017)

</>

<h3> 6.7.10 Metoda intenzity jevu (heat-map)

</h3>

Metoda intenzity jevu (angl. heat-map)²⁴⁶ je metoda grafického znázornění dat, kde **rozsah barev představuje hustotu bodů** v konkrétní oblasti. Jedná se o vykreslení oblasti vlivu kolem každého z bodů a sčítání v místech, kde dochází k překryvu oblastí. Barevný přechod poté reprezentuje sílu vlivu daného bodu. Prakticky dochází k interpolaci diskrétních bodů do souvislého povrchu, jehož barva odpovídá hustotě bodů v konkrétní oblasti. Podle Dempsey (2012) je heat-mapa „*metodou pro zobrazení geografického shlukování jevu*“. Pro laického uživatele bývá mapa atraktivnější, lépe čitelná a konkrétní informaci prezentuje srozumitelněji (Slezáková, 2017). Oproti metodě kartogramu není metoda intenzity jevu omezená geografickými hranicemi. Metoda intenzity jevu se používá pro znázornění kvantitativních charakteristik dat. Obvyklé barevné schéma heat-map využívá barvy odpovídající viditelnému barevnému spektru. Vyšší hodnota bývá často vyjádřena barvou bližší červené části spektra, tj. teplejším tónem, nižší hodnota studenými a méně výraznějšími barvami, avšak pro účely zobrazení dat mohou být využity libovolné vhodné barevné přechody. Zatímco u ostatních kartografických metod pracujících s barvami (kartogram, dasymetrická

241 <https://tinyurl.com/webkar11>

242 <https://tinyurl.com/webkar12>

243 <https://carto.com/help/tutorials/aggregation-styles-for-point-geometries>

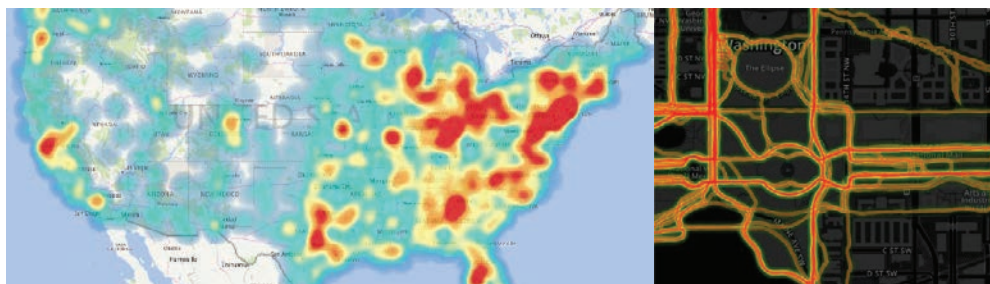
244 <https://github.com/d3/d3-hexbin>

245 <https://observablehq.com/@clhenrick/mapboxgl-hexbin-map>

246 **Česky je nesprávné použití termínu „teplotní mapa“ (mapa zobrazující teplotu) i „mapa intenzity jevu“ (jedná se o metodu, nikoliv mapu).** Při použití počeštěného „heat-mapa“ je potřeba mít stále na paměti, že se jedná o jednu z vyjadřovacích metod

metoda, grid) se jedná o sekvenci barevných odstínů, heat-mapy se vyznačují plynulým přechodem²⁴⁷ mezi barvami.

V současné době heat-mapy nacházejí své uplatnění v různých odvětvích, od ryze přírodních věd (biologie), přes vědy o Zemi (meteorologie, klimatologie, kartografie) až po marketing²⁴⁸. Podle studie Slezákové (2017) je dominantní²⁴⁹ nasazení heat-map v kartografii pro bodové prvky, konkrétně na témata kriminality, krizového managementu, počasí či přírodních jevů. Metodu lze aplikovat i na liniové prvky, typicky pro oblast dopravy či sportovních aktivit²⁵⁰. Při použití metody intenzity jevu nad polygonovými prvky se jedná o zachycení intenzity jevu charakteristickým barevným schématem pro heat-mapy, ale v oblastech, které nemají základ v prostorovém porovnávání jednotlivých dílčích celků. Lze pouze poukazovat na rozložení dané problematiky, z kartografického hlediska se ale jedná o nevhodnou metodu, vhodnější je použití např. dasymetrické metody.



Obrázek 89: Využití metody intenzity jevu pro bodové (vlevo) a liniové (vpravo) prvky

</>

Pro webovou kartografii představují heat-mapy atraktivní i populární metodu tvorby map, jejichž popularita je založena na rychlé a intuitivní interpretaci, protože výsledný povrch hustoty je vizualizován pomocí gradientu, který **umožňuje snadnou identifikaci oblastí s nejvyšší hustotou** (Dempsey, 2012). Z technického hlediska lze metodou vizualizovat jakékoliv téma, avšak z kartografického hlediska není metoda vhodná pro rozhodovací procesy. Z totožných vstupních dat lze různým nastavením parametrů rádiu a barevného schématu získat odlišné výstupy, což může (záměrně i nezáměrně) ovlivňovat interpretaci na straně čtenáře. Výstupy realizované formou heat-map jsou vhodné pro mapy náhledové – podávající rychlý přehled o výskytu a hustotě sledovaného jevu včetně porovnávání, typicky v médiích. Naopak ji **nelze doporučit pro oblast socioekonomických dat, obecně jakékoliv téma, kde je snaha odečítat konkrétní hodnoty** a vyvozovat z nich závěry. Ivan a Horák (2016) zmiňují roli subjektivity při interpretaci mapy jako základní nevýhodu heat-map.

Vykreslení dat formou heat-mapy podporuje většina nepoužívanějších mapových knihoven, ať už nativně (ArcGIS Online, CARTO, Mapbox, OpenLayers), formou pluginů (Leaflet) nebo lze implementovat knihovny třetích stran (heatmap.js, WebGLayer, Python). Testováním vybraných knihoven se ve své práci zabýval Tomečka (2018). Z kartografických parametrů metody intenzity jevu lze uvažovat: barevná stupnice, průhlednost a rádius.

247 Tématu „duhových barevných schémat“ se věnovaly Gołębiowska a Çöltekin (2020)

248 Uplatnění heat-map v marketingu je velmi populární – umožňuje jednoznačně vizualizovat a rychle interpretovat kritické nebo exponované oblasti

249 Přibližně 80 %

250 Např. Run Map <http://humangeo.github.io/leaflet-dvf/examples/html/runmap.html>

Podle studie Slezákové (2017) metodu intenzity jevu:

- lze doporučit pro rychlý náhled prostorových dat
- lze doporučit jako metodu pro identifikaci výskytu minimálních/maximálních hotspotů (nikoliv minimálních/maximálních hodnot)
- lze doporučit s maximální opatrností (podle cílové skupiny uživatele!) pro porovnávání různých jevů, pouze při zachování stejných parametrů (poloměr, barevný rozsah)
- nelze v žádném případě doporučit pro zjišťování přesných hodnot

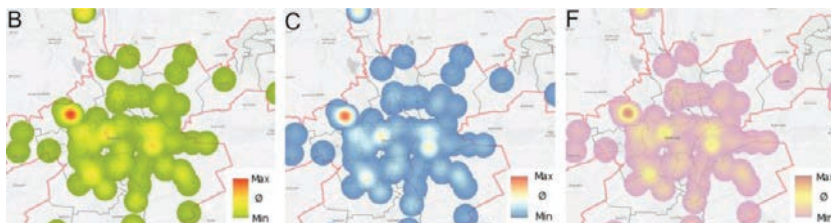
Výběrem vhodných barevných schémat se detailně zabývala Slezáková (2017)²⁵¹. Tři v praxi nejčtenější **barevné stupnice** jsou divergentní²⁵² symetrická, divergentní asymetrická a konvergentní jednobarevná. Z kartografického hlediska neexistuje univerzální doporučení, volba barevné stupnice by měla vždy vycházet z druhu dat a jejich celkové struktury. Obvyklým prohrěškem je případ, kdy environmentální data jsou zobrazena pomocí barvy, která je typická pro zobrazení dat socioekonomických a naopak. Divergentní stupnice bývají dvoutónové (přechod přes bílou barvu), nebo třítónové (přechod přes jinou než bílou barvu, např. žlutou). Jednotónové barevné stupnice nemají pro dvoukoncová data smysl, neboť neumožňují zobrazit najednou hodnoty v absolutní hodnotě narůstající po obou stranách lomového bodu (Musilová, 2012). Konvergentní barevné stupnice zobrazují rostoucí intenzitu jevu. Bývají buď jednotónové (přechod od nejsvětější barvy po nejtmaší), nebo vícetónové (přechod opět od nejsvětější po nejtmaší, ovšem barvy jednotlivých intervalů nemají všechny stejný barevný tón). Sekundárním problémem je nevhodná aplikace stupnic vůči charakteru dat – typicky symetrické stupnice na dataset bez lomové hodnoty, nebo naopak nepoužití divergentní stupnice na data s lomovou hodnotou (Slezáková, 2017). V neposlední řadě je potřeba věnovat pozornost problému tzv. propadání barev.

Správné nastavení **poloměru** je individuální, souvisí vždy s měřítkem mapy. Obecně lze pro rádius bodové vrstvy využít doporučení, aby intenzita jevu, která zasahuje do určité vzdálenosti od něj, nebyla příliš jednoznačná a naopak, aby nesplývala v jeden velký subjekt bez značných hranic (Slezáková, 2017). Zároveň je potřeba uvažovat vliv dynamického překreslování v závislosti na měřítku v kombinaci s rozsahem zobrazených hodnot. Pokud je rádius pro implementaci v mapových knihovnách specifikován jako relativní hodnota, v každém ze zobrazených měřítek bude nabývat minimální a maximálních hodnot stupnice, tzn. v každém ze zobrazených měřítek bude vždy vykreslen v barevné škále od nejmenší po největší hodnoty (např. od zelené po červenou). Při zachování absolutních hodnot budou vyšší hodnoty identifikovatelné až po oddálení do menších měřítek, kdy dochází k vyšší intenzitě shluků. Právě volitelný parametr rádiusu nejvíce ovlivňuje provedení metody v mapě, přímo ovlivňuje vizualizaci dat a následnou interpretaci jevu čtenářem.

Základní funkcí **průhlednosti** je orientace vůči topografickému pozadí mapy a zároveň i tematického obsahu. Analogicky k aspektu průhlednosti u kartogramu je doporučená hodnota v rozmezí 65-85 %.

251 Ve své studii hodnotila na 140 map

252 „Divergentní (dvoukoncová) barevná stupnice, zobrazují kvantitativní data, která nabývají hodnot z intervalu, v kterém je vymezena konkrétní hodnota, od níž na jednu stranu nabývá jev hodnot kladných a na druhou stranu záporných. Nejtýpčtějším příkladem je zobrazení teploty, kdy lomovým bodem je 0°C.“ (Musilová, 2012)



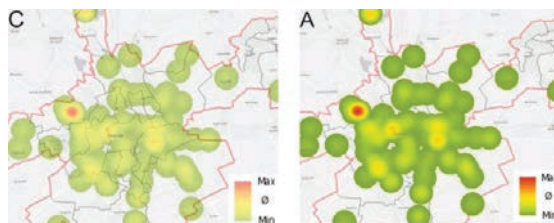
Obrázek 90: Preferovaná barevná schémata heat-map dle studie Slezákové (2017)

</>



Obrázek 91: Změnou parametru rádiusu lze u heat-map z totožných dat ve stejné měřítku dosáhnout odlišných výstupů (převzato z Slezáková, 2017)

</>



Obrázek 92: Změnou parametru průhlednosti, lze mj. u heat-map ovlivnit čitelnost (převzato z Slezáková, 2017)

</>

<!-- Podrobně se uplatněním a charakteristikami heatmap zabývaly např. studie „Implementation of Heat Maps in Geographical Information System – Exploratory Study on Traffic Accident Data“²⁵³ (Nétek a kol., 2018) nebo „Heat Maps in GIS“²⁵⁴ (Dempsey, 2012). -->

-->

<h3> 6.7.11 Shlukování (clustering)

</h3>

Dle Tomečky (2018) shlukování (angl. clustering) „představuje vizualizační techniku, díky které jsou jednotlivé body nebo linie na webové mapě seskupeny do shluků podle použitého algoritmu“. Taktó seskupené body či linie jsou reprezentovány na mapě zástupným znakem s uvedením jejich počtu ve shluku. Znakům vytvořených shluků lze upravovat proměnné podle počtu bodů, respektive linií, které obsahují (např. barvu či velikost). Shlukování je přímo závislé na právě zobrazovaném měřítku, při změně zoom-levelu dochází k dynamické aktualizaci. Při přibližování se shluky zmenšují, až od určitého limitního měřítku se jednotlivé body/linie zobrazují původní metodou bodových/liniových znaků. V drtivé většině případů se princip shlukování uplatňuje

253 <https://www.degruyter.com/view/journals/geo/10/1/article-p367.xml>

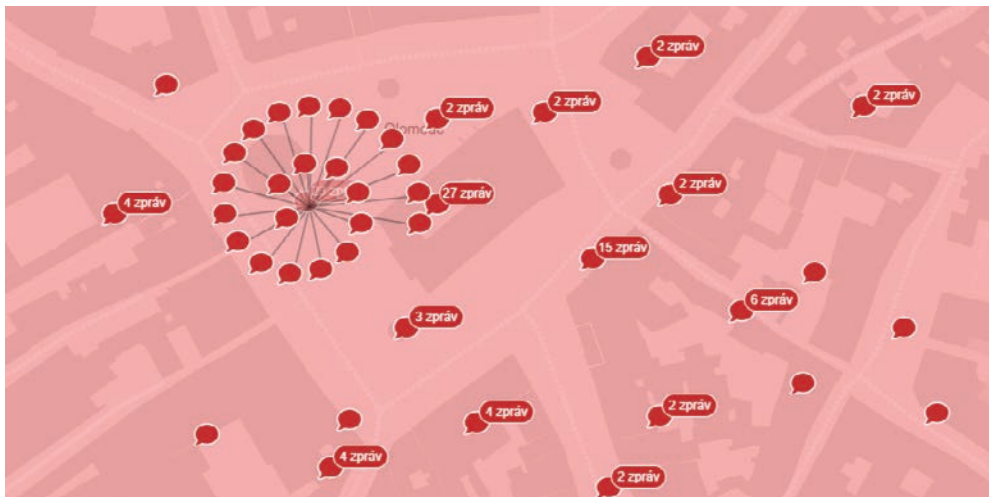
254 <https://www.gislounge.com/heat-maps-in-gis/>

na metodu bodových znaků (tzv. marker clustering), méně často se lze setkat se shlukováním u linií²⁵⁵.

Clustering je vhodná metoda pro vizualizaci objemnějších dat. Vzhledem k složitějšímu algoritmu a menšímu využití (v porovnání se standardními metodami např. kartogramem) ji nativně podporují pouze některé vybrané knihovny (OpenLayers, Mapbox), avšak lze implementovat řešení třetích stran (Leaflet.markercluster, SuperCluster, PruneCluster). Každé řešení využívá vlastní algoritmus pro výpočet shluků, ze stejných vstupních dat, lze použitím různé knihovny získat mírně odlišné výstupy. Obecný postup shlukování začíná vybráním bodu z datasetu, kolem kterého jsou nalezeny všechny body ve zvoleném poloměru, z kterých je vytvořen shluk. Tvorba dalšího shluku začíná výběrem bodu, který ještě součástí žádného shluku není.

V závislosti na stanovených parametrech zoomu a rádiu shlukování, kdy by od určitého měřítka docházelo k enormnímu překrývání bodových znaků navzájem i vůči podkladu, dochází k nahrazení zástupným znakem. V obecné rovině lze konstatovat, že shlukováním se eliminují překrývající se body a podkladová mapa se stává přehlednější. Nicméně při nasazení metody v praxi je potřeba brát v potaz cílovou skupinu a téma. Pro méně informaticky a kartograficky gramotné uživatele může být metoda shlukování nejasná a neintuitivní. V případě mapy kombinující jiný kvantitativní jev, mohou uživatelé identifikovat shluky jako hodnotu tohoto (odlišného) jevu, konkrétní případ ilustruje Koníček a kol. (2020).

<!-- Případovou studii na téma vizualizace big data porovnávající různé metody včetně shlukování podává Carter (2019) v příspěvku „Web Mapping Big Data“²⁵⁶. Porovnání jednotlivých technických řešení a knihoven pro bodové shlukování po výkonnosti i grafické stránce přináší práce Tomečka (2018)^{257, 258}. -->



Obrázek 93: Metoda shlukování zabraňuje zaplnění mapy tematickým obsahem (zdroj: autor) </>

255 Podporuje knihovna flowmap.blue

256 <https://tinyurl.com/webkar13>

257 Z pohledu výkonnosti (rychlost vykreslení a maximální počet vykreslených bodů) nejlepších výsledků dosáhla knihovna PruneCluster (Tomečka, 2018).

258 <http://geoinformatics.upol.cz/dprace/bakalarske/tomecka18/>

7 Technologické aspekty webových map

Podle Vondrákové (2013) roste v souvislosti s obrovským rozmachem moderních technologií na přelomu 21. století a současně s ohledem na složitý vývoj společnosti vliv různých faktorů (aspektů) na vědní obory, a to včetně kartografie. Mapová tvorba je komplexním procesem, který zahrnuje mnoho dílčích aspektů (Pravda a Kusendová, 2007). Zahrnuje roli odborníků na sběr dat, geoinformatické zpracování, tematickou specializaci (klimatolog, geolog, sociolog apod.), kartografickou vizualizaci či polygrafii. V případě digitálních map obecně i webové kartografie konkrétně, je potřeba zapojení odborníků na informační a serverové technologie. Jejich doménou jsou technologické aspekty.

Technologické aspekty popisují základní technické specifikace a pracovní schémata v různých oborech lidské činnosti. Podle Vondrákové (2013) „popisují zařízení, materiály, struktury, strategie, nástroje a jejich použití, metody a další vazby na použité technické prostředky za technologické aspekty považovány ty procesy nebo prvky, u nichž význam technologie převažuje nad ostatními“.

7.1 Princip komunikace klient-server

Architektura jakéhokoliv webového řešení je založena na komunikaci mezi zařízením uživatele (tzv. klient) a serverem, je označována jako architektura klient-server. Aby jednotlivá koncová zařízení v rámci sítě byla mezi sebou schopna komunikovat, je potřeba stanovit pravidla a standardy pro přenos dat – protokoly. Protokoly umožňují vzájemnou interoperabilitu na základě přesně specifikovaných parametrů komunikace. V případě webových stránek probíhá komunikace skrze protokol HTTP (Hypertext Transfer Protocol), respektive stále častěji zabezpečenou verzi HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure). HTTP(S) je protokol sloužící k přenosu HTML dokumentů. Každé zařízení v síti internet má svou vlastní IP adresu (Internet Protocol)²⁵⁹, což je unikátní identifikátor, umožňující jednoznačnou identifikaci jakéhokoliv zařízení (server, počítač, tiskárna, úložiště) a vzájemnou komunikaci na základě protokolu TCP/IP. Specifické protokoly jsou definovány také pro emailovou komunikaci (IMAP, POP3, SMTP) či přenos souborů (FTP, SFTP).

²⁵⁹ Existují 2 typy IP adres: IPv4 (32bitové číslo, ve formátu 192.168.0.2) je z důvodu nedostatku adres nahrazován IPv6 (128bitové číslo, ve formátu 2001:db8:0:1234:0:567:8:1)

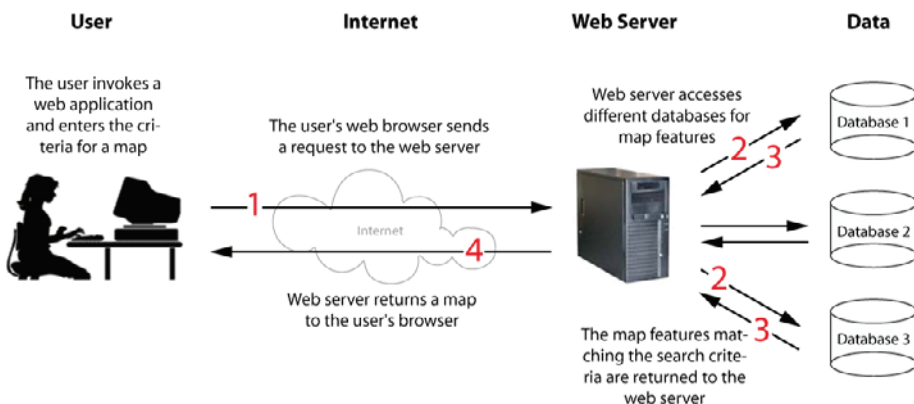
<!-- Přehled nevyužívanějších síťových protokolů podává např. Polzer (2016) v příspěvku „Přehled síťových protokolů“²⁶⁰. -->

-->

V obecném slova smyslu je server zařízení poskytující své služby jiným uživatelům. Server přijímá požadavky a data od klienta, provádí výpočty a operace, následně výsledky a výstupy odesílá zpět klientovi: typicky se jedná o HTML soubory obsahující strukturovaný obsah, CSS soubory definující styly a grafiku, JavaScriptové soubory umožňující interaktivitu, obrázky a další nezbytné soubory. Klient tyto vstupy zpracuje a webový prohlížeč (viz kapitola 5.2) z nich vykreslí výstup ve formě webové stránky či aplikaci, které je zobrazeny uživateli na obrazovce. Z hardwarového hlediska lze jako server pojmenovat zařízení, které je charakteristické vysokým výpočetním výkonem a nadstandardními hardwarovými parametry, právě z důvodu poskytování své kapacity a zpracování operací pro jiné klienty. Vedle zažité představy o serveru jako datacentru se stovkami strojů, je potřeba doplnit, že **serverem může být jakékoliv zařízení v síti (i domácí počítač), pokud poskytuje své služby jinému stroji**. Ze softwarového hlediska se jedná o program, který požadované služby vykonává. Nejčastějším typem serveru je webový²⁶¹ (poskytující služby v rámci sítě internet), nicméně podle zaměření a poskytovaných služeb lze definovat vícero druhů:

- Webový – poskytující služby WWW
- Proxy – zprostředkovává přístup do jiné sítě
- Doménový – obsahuje databázi domén a IP adres
- Souborový – sloužící jako úložiště dokumentů a souborů
- Databázový – sloužící jako úložiště strukturovaných dat v databázích
- Tiskový – zpřístupňuje služby tiskárny
- Herní – umožňuje hraní her mezi více hráči
- Aplikační – specializovaný server, např. mapový server

Z pohledu mapových výstupů je nejdůležitější aplikační server, což je server plnící specializovanou funkci – v případě poskytování prostorových dat se jedná o mapový server. Mapový server je jeden z pilířů tzv. trojvrstvé architektury, sestavuje odpovědi na dotazy ze strany klienta ohledně prostorových dat a prostorových informací, zpracovává geodata, generuje mapové výstupy směrem k uživateli, provádí prostorové analýzy. Blíže se této problematice věnuje kapitola 2.9.



Obrázek 94: Princip komunikace klient-server (převzato z Duggan, 2014)

</>

260 <https://tinyurl.com/webkar14>

261 Konkrétně Apache, Microsoft IIS, NGINX, Google Web Server

V praxi je však technologicky, finančně i personálně velmi náročné udržovat serverovou infrastrukturu v chodu, proto je k dispozici hned několik úrovní serverové architektury: fyzický server, dedikovaný server, virtuální server, webhosting. **Fyzický server** má uživatel (lépe řečeno administrátor) fyzicky k dispozici, má k němu přímý přístup. Administrátor je plně zodpovědný za nastavení, správu i údržbu serveru po hardwarové i softwarové stránce, volí si hardwarovou konfiguraci i softwarovou specifikaci. Na druhou stranu zde nejsou žádná omezení, je proto vhodný pro nejsložitější a nejnáročnější projekty, vyžadující specifická nastavení nebo operace. V případě, že je celý hardware pronajatý jinému uživateli, jedná se o **dedikovaný server**. V tomto případě má administrátor stále k dispozici kompletní výpočetní výkon, je plně zodpovědný za konfiguraci i software. Stejně jako u fyzického serveru zde může provozovat cokoli, nicméně odpadají náklady na údržbu hardware, které jsou na straně poskytovatele. Server obvykle zůstává v datovém centru poskytovatele a zákazník k němu nemá fyzický přístup.

Oproti dedikovanému server je **virtuální server** charakteristický pouze vyhrazenou částí, respektive výkonu celého serveru. Uživatel nemá fyzický přístup, ale dostává k dispozici vlastní prázdný server ve virtualizovaném prostředí, který si může libovolně nakonfigurovat co se týče operačního systému a software. Analogicky k předcházejícím úrovním, uživatel je plně zodpovědný za nastavení i obsah. Rozdílem je, že v případě virtuálního serveru je infrastruktura a výpočetní výkon sdílen s dalšími zákazníky. V praxi se na jednom fyzickém serveru provozují desítek virtuálních serverů. **Webhosting** je z technického pohledu služba založená na sdílení serveru mezi řádově vyšší počty uživatelů (stovky-tisíce). Uživatel dostává k dispozici vymezený prostor a pevně danou konfiguraci, optimalizovanou pro poskytování webových služeb (typicky webové prezentace, e-shopy, apod.). Poskytovatel je naopak zodpovědný za údržbu hardwaru i softwaru, ze strany uživatele není vyžadována prakticky žádná zapojení. Jedná se o nejjednodušší, avšak pro většinu webových prezentací plně dostačující řešení.

V případě jednodušších mapových aplikací, především pouze konzumující data od jiných poskytovatelů, je webhosting uspokojivým řešením. V případě očekávané vyšší návštěvnosti, vyšších požadavků na výpočetní výkon (např. analytické operace v reálném čase, vizualizace big data) nebo při nutnosti publikace vlastních dat, jsou parametry webhostingu nedostatečné a je potřeba zvolit některou z vyšších úrovní. V případě velmi vysokého výkonu je řešením dedikovaný či fyzický server. Virtuální server může být optimálním kompromisem, pokud uživatel nevyužije plnou kapacitu celého serveru a zároveň naráží na limity webhostingu, je minimální úroveň pro robustní mapová řešení vyžadující nasazení trojvrstvé architektury, tj. kombinace webového, mapového a databázového serveru.

<table> **Tabulka 13: Úrovně serverové architektury**

	Fyzický server	Dedikovaný server	Virtuální server	Webhosting
Přístup	Fyzicky	Virtuálně/ vzdáleně	Virtuálně/ vzdáleně	Virtuálně/ vzdáleně
Správa hardware	Uživatel	Poskytovatel	Poskytovatel	Poskytovatel
Správa software	Uživatel	Uživatel	Uživatel	Poskytovatel
Konfigurace	Neomezená	Libovolná	Libovolná	Pevně daná
Sdílení výkonu	Ne (1 instance na serveru)	Ne (1 instance na serveru)	Desítky instancí na serveru	Stovky-tisíce instancí na serveru

	Fyzický server	Dedikovaný server	Virtuální server	Webhosting
Cena	Vysoká (desítky-stovky tisíc Kč/ročně)	Střední (tisíce Kč/ročně)	Střední (tisíce Kč/ročně)	Minimální (stovky Kč/ročně)
Vhodné pro	Velmi náročné aplikace, publikování vlastních dat	Náročné aplikace, vysoká návštěvnost, publikování vlastních dat	Náročné aplikace, vyšší návštěvnost, publikování vlastních dat	Webové prezentace

</table>

<!-- Zdánlivě jednoduchý proces mezi zadáním adresy uživatelem a získáním výsledku ve formě webové stránky, je přesně daná posloupnost několika na sebe navazujících kroků, využívající různé metody a protokoly:

- 1) Uživatel zadává URL (Uniform Resource Locator) do adresního řádku webového prohlížeče (případně kliknutím na hypertextový odkaz v HTML dokumentu). URL definuje protokol, doménovou adresu²⁶²,²⁶³ a umístění zdroje, např. <https://mapy.cz>²⁶⁴.
- 2) Systém DNS (Domain Name http) přiřazuje doménám konkrétní IP adresy, respektive naopak – infrastruktura internetu využívá primárně IP adres, pouze z důvodu snadnější zapamatovatelnosti je konkrétním IP adresám přiřazeno doménové jméno. Systém DNS se dotazuje na tzv. jmenné servery (name servers), fungující analogicky k telefonnímu seznamu²⁶⁵, které mu vrací požadovanou IP adresu.
- 3) Pokud klient (prohlížeč) zná příslušnou IP adresu serveru, pomocí protokolu HTTP(S) se na ní připojí a odešle dotaz.
- 4) Server dotaz zpracuje (což může vyžadovat komunikaci s dalšími typy serverů, typicky dotazování v databázi, viz trojvrstvá architektura), a v případě úspěšně zpracovaného dotazu posílá odpověď zpět pomocí protokolu HTTP(S) ke klientovi.
- 5) Zasláná odpověď se skládá z hlavičky²⁶⁶ a požadovaného souboru ve formátu HTML.
- 6) Webový prohlížeč, respektive rendrovací jádro prohlížeče, interpretuje zdrojový kód a vykreslí z něj výstup ve formě webové stránky, tak jak jej uživatel vidí na obrazovce.

-->

262 Doménová adresa se skládá z domény nejvyššího řádu tzv. TLD (Top Level Domain; např. „cz“, „com“ apod.) umístěné vždy za tečkou a domény druhého řádu (např. „upol“). Volitelně lze použít domény nižších řádů, např. kartografie.upol.cz („kartografie“ = doména třetího řádu). Touto optikou je řetězec „www“ doménou třetího řádu (zatímco WWW jako zkratka World Wide Web je jednou ze služeb internetu).

263 Vedle zavedených TLD typu .cz, .com, .edu apod. jsou k dispozici i netradiční domény např. .xyz, .site, .fun, .live, .beer apod. Kompletní seznam je k dispozici na <https://tld-list.com/>

264 URL je vždy uvedena protokolem, pokud uživatel protokol do webového prohlížeče neuvede, prohlížeč protokol doplní za něj. Pokud uživatel v praxi zadá jen „mapy.cz“ prohlížeč vyhodnotí řetězec jako neúplný a doplní jej o protokol na „https://mapy.cz“

265 Přesnější popis dostupný na <https://www.nic.cz/page/312/o-domenach-a-dns/> nebo <https://www.jaknainternet.cz/page/1261/domena-ip-adresa-dns/>

266 Obsahuje protokol, stavový kód, datum a čas dotazu, informaci o serveru a typu dokumentu a další metadata

</h2> 7.2 Programovací jazyky

</h2>

Výstup, který obdrží klient od serveru ve formě zdrojového kódu, a následně jej webový prohlížeč transformuje do vizuální formy, je zapsán v jazyce HTML (HyperText Markup Language). Jedná se o značkovací jazyk pro tvorbu webových stránek a mapových aplikací, jako produktů služby WWW. Pojem hypertext odkazuje na fakt, že jednotlivé webové stránky jsou mezi sebou propojeny pomocí odkazů-hypertextu.

 Z dnešního pohledu je absolutní většina aplikací založena na ustálené kombinaci trojice standardizovaných jazyků:

- HTML5 – obsahující strukturovaný obsah
- CSS3 – definující styly (grafiku)
- JavaScript – obstarávající interaktivitu

Vzhledem k překotnému vývoji internetu a webu, vznikla řada „verzí“ jazyka HTML. Nejedná se o verze v pravém slova smyslu, jako je známe např. z označení softwarů, ale spíše o etapy či specifikace. HTML5 je specifikace značkovacího jazyku HTML uvolněná pod hlavičkou World Wide Web Consortium (W3C). Finální specifikace HTML 5.0 byla definována koncem roku 2014 (Bright, 2014). Oproti předcházejícím specifikacím umožňuje přehrávání multimédií přímo ve webovém prohlížeči či vytváření aplikací, které pracují i bez připojení k internetu, přináší nové HTML elementy umožňující pokročilou vizualizaci na straně prohlížeče. Zásadní je nativní podpora multimediálních elementů a vykreslení grafiky bez nutnosti zásuvných modulů (dříve vyžadující instalaci Adobe Flash).

Z pohledu webové kartografie je nejvýznamnějším přínosem podpora elementu „canvas“ nebo nativní podpora a vykreslování vektorové grafiky (Nétek, 2013). Canvas je doslova kreslicí plátno, které lze použít při běhu webové stránky pro vykreslení grafů, grafiky či jiných vizuálních prvků, například map. Vedle generování 2D grafiky lze canvas využít také pro 3D vizualizaci, kdy je uživateli umožněn neomezený pohyb (Pilgrim, 2014). Webová stránka či aplikace podporující specifikaci HTML5 nevyžaduje instalaci zásuvných modulů, je plně nezávislá na operačním systému, použitém prohlížeči i platformě (PC, mobil, tablet, Smart TV). V době vydání publikace upřednostňovaly HTML5 před ostatními technologiemi prakticky všichni producenti v oblasti publikování webových map. Předcházející etapa webové kartografie (blíže viz kapitola 3), datovaná koncem první dekády nového tisíciletí, byla charakteristická majoritním rozšířením RIA, konkrétně technologiemi Microsoft Silverlight a Adobe Flex. Umožňovaly vytvářet interaktivní mapový obsah, nicméně tento princip vyžadoval instalaci zásuvného modulu do prohlížeče, aplikace byly závislé na zvolené technologii a prohlížeči, každá aktualizace obsahu vyžadovala jednostrannou kompilaci zdrojového kódu. S nástupem mobilních zařízení²⁶⁷ se tento přístup ukázal jako nevhodný a byl postupně zcela nahrazen HTML5.

CSS3 je aktuální specifikace jazyka CSS (Cascading Style Sheets), což je standardizovaný jazyk používaný k definování stylů – rozložení a formátování (grafiky) webových stránek. Zatímco v předcházejících specifikacích jazyka HTML bylo definování stylů přímo součástí HTML dokumentu, kombinace HTML5/CSS3 odděluje obsah od formy. CSS umožňuje stylování všech

²⁶⁷ Adobe Flex (Flash) nebyl podporován (a tudíž nelze spustit) na platformách iOS, Android, ani Windows Phone

elementů HTML dokumentu (barva, rozměry, zarovnání, ohraničení, písmo atd.), CSS3 přináší rozšířené možnosti (průhlednost, pseudoanimace, přechody, stínování, transformace apod.). Může přímo definovat provedení kartografických vyjadřovacích metod, a především jednotlivých kompozičních prvků. Zatímco HTML je zodpovědné za obsahovou náplň mapy, CSS ovlivňuje vizualizaci webových map z grafického hlediska.

JavaScript je objektově orientovaný programovací jazyk, umožňující rozšířit webové aplikace založené na HTML o interaktivitu. Mezi jeho výhody patří nezávislost na platformě, univerzálnost či snadná implementace – je možné jej inicializovat pomocí externích souborů i skriptů přímo v HTML dokumentu. Principiálně se jedná o funkcionalitu na straně klienta, JavaScript je interpretován prohlížečem, umožňuje proto spuštění (mapových) aplikací online i off-line bez přístupu k internetovému připojení. V oblasti webové kartografie je v praxi JavaScript zodpovědný za základní aspekty map, které je považovány za zcela automatické (změna měřítka či území, vyhledávání, menu, přepínání vrstev), v kombinaci s CSS za vyjadřovací prostředky a metody (dynamické intervaly kartogramu, heat-map, clustering, zvýraznění prvků po najetí kurzoru myši, animace), ale i pokročilejší funkcionalitu (měření, kreslení, přelety, on-screen analýzy).

<!-- Při tvorbě mapových aplikací je nezbytná znalost alespoň základních principů jazyka HTML. Začínajícím vývojářům lze více než doporučit orientaci na JavaScript jako dominantní programovací jazyk v dané oblasti. K dispozici jsou stovky tutoriálů a návodů online, pro prvotní osvojení lze doporučit např. *Jak psát web*²⁶⁸, *W3Schools*²⁶⁹, *Codecademy*²⁷⁰ nebo *Udemy*²⁷¹. -->

<h2> 7.3 Servisně orientovaná architektura

Servisně orientovaná architektura (SOA) je specifický přístup k datům, službám, nástrojům. Principem SOA je poskytování služeb ostatním komponentám prostřednictvím komunikačního protokolu přes síť, v praxi se jedná o standardizované služby, **umožňující práci s daty nebo nástroji „vzdáleně“, bez lokálního přístupu k nim**. Jedná se o obecný přístup, obecnou koncepci pro kompozici služeb nezávislou na implementaci a platformě. Uživatelé mohou sdílet data, mapy, kompozice, nástroje či celé aplikace, bez nutnosti zásahu či přímého vlastnictví surových dat (Schreiner 2007). Model SOA je postaven na interakci dvou stran – poskytovatelem služby a spotřebitelem služby (uživatelem/klientem/konzumentem). Služba jako taková je specifikována popisem služby – metadaty. Konkrétní uživatel může přistupovat ke službě přímo, pokud zná její parametry nebo procházet a vyhledávat v registru služeb.

Charakteristika služeb na základě servisně orientované architektury (převzato z Néték, 2013):

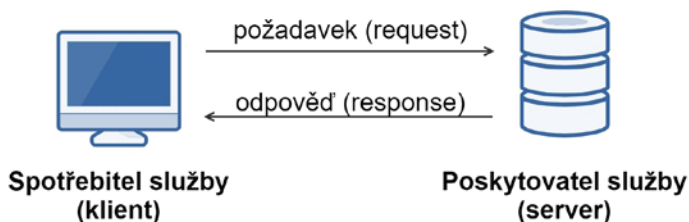
- Není vyžadován přímý přístup k datům – uživatel nemusí mít data uložena lokálně
- Uživatel může pracovat s daty z více zdrojů a kombinovat je
- Data jsou uložena a spravována centrálně na jednom místě
- Z pohledu uživatele jsou data stále aktuální
- Centrální správa dat zajišťuje vyšší efektivitu
- Data lze rychleji aktualizovat (i v reálném čase)
- Nižší finanční náklady

268 <https://www.jakpsatweb.cz/html/>

269 <https://www.w3schools.com/html/>

270 <https://www.codecademy.com/learn/learn-html>

271 <https://www.udemy.com/topic/html/>



Obrázek 95: Servisně orientovaná architektura je založená na interakci mezi poskytovatelem a spotřebitelem služby (převzato z Néték, 2013)

</>

Konkrétní implementací SOA do kartografické praxe jsou webové mapové služby. Obecně se jedná o služby poskytující data či operace, kdy uživatel přistupuje k požadovaným informacím skrze internet, nicméně ty se reálně nacházejí na vzdáleném, v drtivé většině případů cizím, serveru. V oblasti webové kartografie lze využít služeb univerzálních protokolů nebo řadu specifických standardů vyvinutých a rozšiřovaných pod hlavičkou sdružení Open Geospatial Consortium (OGC). Blíže se webovým mapovým službám věnuje kapitola 9.3.3.

<h2> 7.4 Cloud computing

</h2>

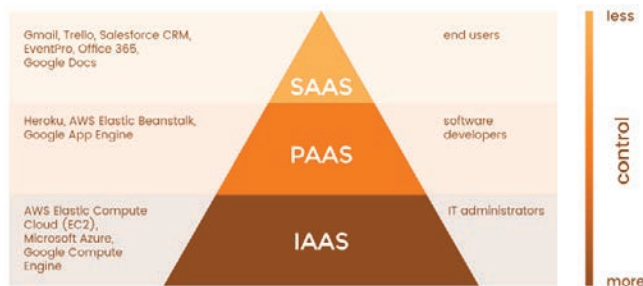
Cloud computing je model využití **výpočetní techniky dostupné skrze internet**, zjednodušeně řečeno poskytování služeb či programů uložených (na cizích serverech) v prostředí internetu. Kodera (2009) definuje cloud computing jako „*technologie a postupy používané v datových centrech a firmách pro zajištění snadné škálovatelnosti aplikací dodávaných přes internet*“. Uživatelé mají přístup ke svým datům či programům prostřednictvím webového prohlížeče kdekoli na světě, ve skutečnosti však výpočetní prostředky leží mimo dosah vlastní struktury – „někde v oblacích“, uživatelé přesně nevědí, kde jsou data a aplikace fyzicky umístěny. Právě bezpečnost „třetích stran“ je nejvíce diskutovanou otázkou cloud computingu. V případě, že se jedná o placenou službu, platí uživatel za použití služby, nikoliv za vlastní data či software. Nabídka takových aplikací je široká – od kancelářských aplikací (např. Gmail či Google Drive), přes systémy pro distribuované výpočty umožňující simulovat složité experimenty, až po rozhraní pro analýzy prostorových dat. Všeobecně lze cloud computing definovat jako přístup k datového prostoru nebo výpočetnímu výkonu v prostředí internetu (Margaris 2011). Principy cloud computingu jsou v souladu s principy servisně orientované architektury, vzájemně na sebe navazují. Margaris (2011) definuje 5 pilířů cloud computingu:

- Internetové technologie – služby dostupné plně prostřednictvím internetu
- Princip služeb – potřeby spotřebitelů a poskytovatelů jsou od sebe odděleny jednoznačně definovaným rozhraním, které lze označit jako službu
- Měření a platba podle využití – využití je sledováno na základě definovaných metrik, které následně umožňují její zpoplatnění
- Škálovatelnost a elasticita – výpočetní prostředky lze operativně navyšovat/snižovat a reagovat na aktuální potřeby
- Sdílení zdrojů – realizuje úspory z rozsahu a maximalizuje efektivitu využití zdrojů

Z pohledu architektury lze ke cloud computingu přistupovat ve třech úrovních. IaaS (Infrastructure as a Service) poskytuje největší flexibilitu. Nabízí úložiště a výpočetní prostředky pro nasazení libovolného software. Uživatel může instalovat a konfigurovat vlastní aplikace, pronajímá si hardware (analogicky k dedikovanému serveru). IaaS je vhodný v případech, kdy

uživatel chce využívat cloudové řešení, avšak nemůže nebo nechce udržovat vlastní technologické zázemí. Umožňuje nastavit výpočetní výkon přesně podle požadavků. PaaS (Platform as a Service) rozšiřuje IaaS o možnost správy platformy nad kterou aplikace běží (obdobně jako u webhostingu), často doplněný o předinstalované nástroje. Poskytovatel dodává platformu, stará se o provoz technologií a hardwaru. Nevýhodou (ale zároveň i pozitivem) je právě absence správy hardware. Hierarchicky nejvyšší úroveň cloud computingu je model SaaS (Software as a Service). Zákazník si od poskytovatele pronajímá konkrétní aplikaci či software a platí pouze za čas reálného využití.

Pro nasazení GIS řešení na cloud lze uplatnit dva odlišné přístupy. První možností je pronajmout si komerční cloudové prostředí úrovně IaaS (např. Amazon S3, GoGrid, Skygone Cloud, iCloud) a zde si spustit libovolné vlastní řešení. Přístup je vhodný pro komplexní a složité nástroje, poskytování služeb, pokročilou funkcionalitu, složité výpočty. Na druhé straně existují služby specializované přímo na oblast zpracování prostorových dat podle SaaS: ArcGIS Online, CARTO, Mapbox, GIS Cloud a další, blíže se jim věnuje kapitola 10.4. Tyto služby umožňují vizualizovat, analyzovat a sdílet prostorová data, prakticky o GIS klienty dostupné online v prostředí internetu.



Obrázek 96: Distribuční modely cloud computingu (převzato z Gleb, 2020)

</>

<h2> 7.5 Optimalizace pro mobilní zařízení

</h2>

Otázka optimalizace mapových aplikací pro mobilní zařízení leží na pomezí několika aspektů. Vzhledem k celému spektru zásadních odlišností (technologické, uživatelské, kartografické, typografické, fyziologické, interakční) lze na tuto problematiku celkově nahlížet jako na samostatné téma. Vymezení pojmu mobilní kartografie nabízí kapitola 2.5. Předkládaná kapitola podává náhled koncepčně-technologického charakteru.

<!-- Obzvláště oblast uživatelských konvencí a z nich vyplývající zcela odlišný přístup k designu map v mobilním prostředí by si zasloužila komplexní publikaci.

Systematičtěji se uvedeným aspektům v posledním desetiletí věnuje pouze dvojice děl: kapitola „CV40 – Mobile Maps and Responsive Design“⁹²⁷² z encyklopedie GIS&T Body of Knowledge (Ricker a Roth, 2018) a publikace *Web Cartography: Map Design for Interactive and Mobile Devices* (Muehlenhaus, 2014).

-->

V době vydání publikace se v Česku přibližně vyrovnal počet uživatelů přistupujících z desktopového prostředí (stolní počítače, notebooky) oproti přístupům z mobilních zařízení (tablety a chytré mobilní telefony), v USA se stav vyrovnal již v roce 2014 (Pítra, 2015). Podle studie „Češi online 2020“ (Netmonitor, 2020) přistupovalo v roce 2020 alespoň částečně z mobilních zařízení²⁷³ 71 % uživatelů internetu v Česku, výhradně z mobilu 12 % uživatelů a průměrný meziroční růst počtu mobilních uživatelů přistupujících k internetu z mobilů je +25 %. Navíc na opačné straně spektra se objevují Smart TV (televizní přijímače sloužící i jako připojení na internet) či interaktivní tabule, které lze taktéž rutinně využít pro zobrazení a konzumaci obsahu na internetu. Je proto více než u jakékoliv jiné platformy nutné klást důraz na správné doručení obsahu webového produktu k uživateli.

V případě kartografických produktů, které vyžadují jistou míru interpretace uživatele, toto tvrzení platí dvojnásob. Kaushik (2013) uvádí, že mobilní zážitek musí být pro uživatele zcela srovnatelný s desktopovým, vyhledávač, Google ve svém algoritmu vyhledávání výrazně preferuje „mobile-friendly“ weby²⁷⁴, veškeré indicie naznačují na stálý růst segmentu mobilních přístupů, v programátorské praxi se prosazuje postoj „mobile-first“²⁷⁵. Optimalizace zobrazení na mobilních zařízeních je dnes nedílnou součástí technologických aspektů a vývoje webových mapových aplikací. **Nevhodné technické řešení může** v případě mapových aplikací v lepším případě zneprůjemnit či přímo **znesnadnit uživateli ovládní a interakci s mapou**. V horším případě uživatel nebude schopen správně identifikovat zobrazené hodnoty či oblasti, což může vést k mylné interpretaci dat a zásadně poškodit jméno kartografie.

 Zobrazení webové stránky nebo webové aplikace na ne-desktopových zařízeních lze realizovat několika způsoby:

- Konzistentní verzi
- Mobilní verzi webu
- Responsivním designem
- Nativní mobilní aplikací
- Hybridní a progresivní webové aplikace

Konzistentní přístup je charakteristický stejným rozhraním napříč všemi zobrazovacími zařízeními, nedochází ke změnám v obsahu, grafice ani kompozici. Technologicky se jedná o nejstarší variantu řešení, prakticky se jedná o jedinou variantu webu, kde obsah není optimalizován pro mobilní zařízení. Z pohledu uživatele se jedná o nevhodné a překonané řešení.

Mobilní verzi webu představuje duplicitní variantu originální stránky, určenou výhradně pro zobrazení na mobilu. Na základě detekce zařízení je uživateli zobrazena buď desktopová, nebo optimalizovaná a výrazně úspornější mobilní varianta. Ta zpravidla běží na subdoméně m.domena.cz²⁷⁶. Toto řešení vyžaduje vytvoření duplicitní verze s totožným obsahem, ale zároveň nepřináší benefity nativních aplikací, proto je z uvedených alternativ nejméně časté.

Responsivní design je jeden z nejdiskutovanějších trendů současného webdesignu. Jedná

273 Mobilní telefon nebo tablet

274 <https://developers.google.com/search/mobile-sites>

275 Optimalizace primárně pro mobilní zařízení a teprve v druhém sledu pro ostatní (desktop)

276 Např. pro e-shop Alza je URL m.alza.cz

se o způsob stylování HTML dokumentu, které se dynamicky přizpůsobuje vlastnostem, konkrétně šířce, použitého zařízení. Předpokladem je fluidní grid a definování mezních bodů (tzv. breakpointů) šířky monitoru, respektive intervalů mezi těmito breakpointy²⁷⁷. **Fakticky se jedná o vytvoření několika odlišných stylů a kompozic pro každý ze stanovených intervalů.** V závislosti na šířce aktuálně použitého rozhraní (Media Queries), je vykreslen styl a kompozice pro daný interval. Responsivní design zaručuje přizpůsobení obsahu libovolnému typu zařízení, není potřeba definovat různé varianty obsahu. Distribuce je méně nákladná, na druhou stranu je vyžadováno stabilní připojení k internetu.



Obrázek 97: Princip responsivního designu (převzato z Quintagroup, 2020)

</>

Nativní mobilní aplikace vyžaduje vytvoření specializované verze pro platformy Android a iOS (dříve navíc Windows Phone). Reálné nasazení vyžaduje vytvoření tolika duplicit, pro kolik platform má být aplikace přizpůsobena²⁷⁸. Nativní aplikace podporují přímý přístup a využití hardwarových parametrů a senzorů mobilního zařízení (GPS, fotoaparát, gyroskop, Bluetooth, WiFi atd.). Mezi výhody nativní aplikace patří uživatelské rozhraní vzhledově přizpůsobené operačnímu systému (např. stejná tlačítka či lišty), rychlost, možnost fungování off-line.

Hybridní a progresivní webové aplikace (PWA) spojují výhody responsivního webu a nativní aplikace do jediného řešení. Technologicky se jedná o webové řešení postavené na kombinaci HTML, CSS a JavaScript, je tedy platformě nezávislé. Produkt ale evokuje dojem plnohodnotné nativní aplikace²⁷⁹. Zároveň má přístup k hardwarovým sensorům pomocí pluginů, proto lze využít GPS či fotoaparát. Oproti nativním aplikacím je však odezva pomalejší, neboť se stále jedná o univerzální webové řešení, které vždy bude méně výkonné než nativní aplikace vytvořené na míru pro daný operační systém. Václavík (2015) uvádí, že progresivní webové aplikace jsou vhodné hlavně pro malé a nenáročné aplikace, které nevyžadují žádnou speciální funkčnost a předpokládají, že uživatel je připojen k internetu.

Pomineme-li absenci jakéhokoliv přizpůsobení pro mobilní zařízení což bylo typické pro produkty webové kartografie v minulosti, v praxi se setkáváme jen s využitím responsivního

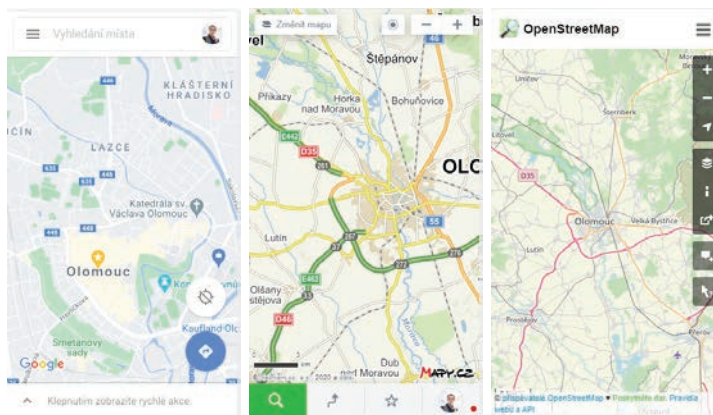
277 Typické intervaly jsou: mobil na výšku / mobil na šířku / tablet+notebook / běžný monitor / širokoúhlý monitor, nicméně neexistuje žádné ustálené ani konkrétní definování breakpointů. Např. framework Bootstrap (2020) používá breakpointy: 576px / 768 px / 992 px / 1200 px.

278 Nasazení na jedinou platformu eliminuje uživatele ostatních platform, proto se tato strategie nedoporučuje.

279 Lze je spouštět pomocí ikony, jako je tomu zvykem u nativních aplikací. Zobrazuje se v tzv. WebView, což je vstavený prohlížeč webových stránek bez panelu nástrojů (tj. bez adresní lišty, tlačítek vpřed/zpět apod.)

designu a nativních aplikací. Mobilní verze se nevyskytuje vůbec, progresivní aplikace jsou v době vydání publikace spíše výjimkou. Drtivá většina komerčních, státních i neziskových projektů využívá responsivní variantu. Z pohledu vývoje a aktualizace se jedná o nejméně nákladné řešení, veškeré změny je třeba provést na jediném místě, řešení je obstojně přívětivé i výkonné, distribuce technologicky i finančně výhodná. Všechny zavedené mapové projekty, ať už jsou dostupné skrze cloudové řešení (ArcGIS Online, CARTO aj.), API (Google Maps API, Mapy.cz API aj.), nebo open source knihovny (Leaflet, OpenLayers aj.) nativně responsivní design podporují. Charakteristické je, že komerčně orientované produkty se na uživatelskou přívětivost, včetně vyladění responsivního designu, soustředí do detailu, zatímco otevřená řešení tento problém částečně nechávají na bedrech vývojářů.

Z kartografického pohledu je zásadní fakt, že dochází mj. ke změně kompozice v závislosti na použitém rozhraní (Nětek, 2015), což ovlivňuje především mapové pole (blíže diskutuje kapitola 6.2.2). Globální a etablované projekty disponují vedle webové verze navíc také nativními mobilními aplikacemi (Google Maps, Mapy.cz, HERE WeGo, Apple Maps, Waze, Sygic apod.). Důvodem je jednak vyšší výkonnost a lepší odezva, především nativní přístup k sensorům, zejména GPS a gyroskopu. U komerčně zaměřených aplikací je nezanedbatelným důvodem zisk personálních dat, cílení a zobrazování reklamy. Obzvláště pro sběr dat, navigační a turistické účely jsou nativní aplikace nejefektivnějším řešením. Podle výzkumu Češi v pohybu (Deník, 2020) používá navigaci v mobilním telefonu 55 % respondentů. Obecně lze sledovat fakt, že **v případě aktivního zapojení uživatele je preferována varianta nativní aplikace, naopak je-li cílem pouhá vizualizace prostorových dat, je efektivnější zvolit responsivní design.**



Obrázek 98: Responsivní verze vybraných mapových aplikací (zleva Google Maps, Mapy.cz, OpenStreetMap)

</>

<table> Tabulka 14: Srovnání přístupů zobrazení obsahu na mobilních zařízeních

| | Konzistentní webová verze | Mobilní verze webu | Responsivní design | Nativní aplikace | Hybridní, progresivní |
|-----------------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| Optimalizace pro mobilní zařízení | Ne | Ano | Ano | Ano | Ano |
| Změna kompozice | Ne | Ne | Ano | Ne | Ano |
| Duplicitní vývoj | Ne | Ano (dvě) | Ne | Ano (dle počtu OS) | Ne |
| Off-line | Ne | Ne | Omezeně | Ano | Částečně |
| Rychlost, odezva | Pomalá | Střední | Spíše pomalá | Rychlá | Střední |
| Využití senzorů (např. GPS) | Ne | Ne | Částečně | Ano | Částečně |
| Vyžadovaná instalace | Ne | Ne | Ne | Ano | Ano |
| Podpora mobilních API | Ne | Ne | Ne | Ano | Ano |

</table>

8 Legislativní a ekonomické aspekty webových map

Na vznikající webový produkt je potřeba vždy nahlížet **odděleně z pohledu otevřenosti zdrojového kódu, licenčních podmínek a zpoplatnění**. Pohledem legislativních aspektů lze sledovat tři stupně otevřenosti a dostupnosti daného řešení: proprietární (uzavřené); princip API; open source (otevřené). Také ekonomický pohled nabízí trojici možností: plně zpoplatněné, částečně zpoplatněné, bezplatně dostupné. Volbou proprietárního či otevřeného řešení se následně zužuje výběr konkrétní licence. Nelze však sledovat přímou závislost na stejném stupni mezi oběma pohledy. Jinými slovy nelze jednoznačně tvrdit, že proprietární řešení je výhradně komerční, nebo naopak otevřené je vždy zdarma. Příkladem budiž proprietární software šířený bezplatně (tzv. freeware), řešení vyvinuté pomocí open source knihoven šířeno za úplaty (pokud to licenční podmínky umožňují), či otevřené API vyžadující poplatek za zobrazení mapy (Google Maps API).

<table> **Tabulka 15: Aspekty otevřenosti, licencí a ekonomických nákladů**

| Otevřenost a dostupnost kódu | Licence | Ekonomické náklady |
|---------------------------------|-------------------------|--|
| Uzavřené (proprietární) | Komerční | Zpoplatněné |
| Princip otevřeného API | OEM | Částečně zpoplatněné (freemium, trial, demo) |
| | Shareware | |
| Otevřené (free and open source) | Freeware | Bezplatně dostupné |
| | Svobodná, public domain | |

</table>

<h2> 8.1 Otevřenost a dostupnost

</h2>

Základním principem ovlivňující veškeré další kroky je (ne)otevřenost a (ne)dostupnost zdrojového kódu. Volbou proprietárního či otevřeného řešení se následně zužuje výběr konkrétní licence (kapitola 8.2), volba mapové knihovny (kapitola 10), nepřímo i zpoplatnění (kapitola 8.3).

Softwary lze z pohledu otevřenosti dělit na:

- Proprietární software (software s uzavřeným kódem)
 - Komerční software (proprietární software šířený za finanční úplatu)
 - Komerční software šířený ve speciálním režimu (shareware, trialware, adware)
 - Freeware (proprietární software distribuovaný bezplatně)
- Princip otevřeného API
- Free and open source (svobodný a otevřený software)
 - Free software (svobodný software)
 - Open source software (otevřený software)

Uzavřené (proprietární) řešení

Proprietární software je software s **uzavřeným kódem** (closed source). Jedná se o opak principu free and open source. Autor proprietárního řešení danou licencí striktně stanovuje možnosti používání, zpravidla bez přístupu ke zdrojovému kódu, bez možnosti úpravy a další distribuce. V případě šíření proprietárního řešení za finanční úplatu hovoříme o komerčním softwaru. Je potřeba mít na paměti, že při koupi softwaru, jeho uživatel nekupuje/nedisponuje právem k softwaru jako takovému, ale disponuje pouze licencí k jeho užívání. Zároveň nelze globálně přijmout stanovisko, že proprietární software = komerční software, protože i proprietární software může být šířen zdarma, a naopak otevřené řešení může být šířeno při splnění licenčních podmínek za úplatu. Specifickými případy proprietárních řešení je např. shareware (lze za daných podmínek šířit bezplatně), trialware (časové omezení), adware (reklama) či freeware (lze distribuovat zcela bezplatně). Je však potřeba mít stále na paměti, že zdrojový kód je ve všech případech uzavřený, respektive nedostupný. Lehce zaměnitelné pojmy „free software“ a „freeware“ stojí formálně na zcela odlišných základech. Zatímco u free software odkazujeme na svobodu (freedom), u freeware se jedná skutečně o bezplatné šíření, ve smyslu zdarma. Příkladem proprietárního řešení je např. ArcGIS Online.

Application Programming Interface (API)

API formálně označuje rozhraní bez ohledu na zařazení do proprietární či open source oblasti. V oblasti geoinformatických nástrojů se s nimi častěji setkáváme u poskytovatelů komerčních produktů (Google Maps API, Mapy.cz API, ArcGIS API for JavaScript), nicméně s konceptem API se lze setkat i řady webových řešení (Facebook API, Twitter API, Java API apod.). Obecně API označuje **rozhraní pro programování aplikací, prakticky může uživatel využívat předpřipravených nástrojů, knihoven, služeb či dat**. Otevřené API umožňuje autorovi plně využívat zdrojový kód, nicméně využíváním se autor zavazuje respektovat licenční podmínky poskytovatele. Zatímco v případě otevřených řešení uživatel začíná vývoj „na zelené louce“ a sám je plně zodpovědný za funkcionalitu, v případě API zpravidla dostává předchystaný soubor fungujících nástrojů, funkcí či datových vrstev (vyhledávání, routování, mapové vrstvy apod.).

Poskytovatel je zodpovědný za vývoj, nicméně stanovuje licenční podmínky – „mantinely“ užití, které uživatel musí bezpodmínečně dodržovat. API je rozhraní, které uživatel může plně využívat, v rámci daných mantinelů jej i případně upravovat. Z pohledu otevřenosti se blíží FOSS, nicméně poskytované služby jsou striktně vázané a zpravidla i omezené licenčními podmínkami (komerčního) poskytovatele²⁸⁰. V praxi se jedná o limity počtu zobrazení či rozsahu dat, počtu datových vrstev,

280 Z licenčních podmínek [api.mapy.cz](https://api.mapy.cz/#pact) (zdroj: <https://api.mapy.cz/#pact>): Uživatel nesmí Obsah Služby nijak upravovat, ukládat, rozmnožovat, vytvářet s jejích pomocí odvozená mapová díla nebo používat jinými způsoby, než které umožňuje dokumentace funkcionality Služby a Smluvní ujednání.

nutnost API klíče apod. V závislosti na zvoleném business modelu poskytovatele mohou být dostupná zdarma (Mapy.cz API), částečně²⁸¹ (Mapbox API) či zcela zpoplatněné (Google Maps API).

Free and Open source

Pojem „Free and Open source software“ (FOSS) je obecně přijímané označení svobodných a otevřených řešení v odborné literatuře. Fakticky se jedná se o kombinaci pojmů „free“ a „open“, které jsou v praxi vzhledem k provázanému principu užívány společně. Open source (otevřený software) odkazuje na **dostupnost zdrojového kódu**, zatímco Free software odkazuje na **svobodu užívání**. Podle definice Free Software Foundation (GNU.org 2017a) je free software „*svobodný software, který dává uživatelům svobodu spouštět, kopírovat, distribuovat, studovat, měnit a zlepšovat jej*“. Pojem free se tedy vztahuje ke svobodě užívání (freedom = svoboda), nikoliv k ceně (free = zdarma). FSF definuje čtyři úrovně svobody (Nétek a Burian, 2018):

- Freedom 0: svoboda spouštět program jakýmkoli způsobem pro jakýkoliv účel,
- Freedom 1: svoboda studovat, jak program pracuje a přizpůsobit ho (modifikovat) svým potřebám (pomoc sami sobě). Předpokladem je přístup ke zdrojovému kódu.
- Freedom 2: svoboda distribuovat kopie programu (pomoc přátelům, kolegům).
- Freedom 3: svoboda vylepšovat program a zveřejňovat zlepšení, aby z nich mohly mít prospěch ostatní (pomoc vybudovat komunitu).

Nétek a Burian (2018) definují základní výhody FOSS. **Otevřený kód** přináší možnost upravit a vylepšovat řešení podle individuálních potřeb. **Technologická nezávislost** odkazuje na interoperabilitu, spuštění bez ohledu na zvolený operační systém či platformu, eliminaci technologických limitů. **Dostupnost** z pohledu licenčních podmínek umožňuje uvedené kroky vykonat legální cestou, při respektování autorských práv. **Rozšiřitelnost** navazuje na otevřený kód s cílem uzpůsobení a dalšího rozšíření původního programu zpět komunitě. Na **bezpečnost** je potřeba nahlížet ze dvou pohledů, nicméně zastánci FOSS argumentují efektivnějším a rychlejším odstraněním chyb díky zapojení komunity. Až v poslední řadě lze zmínit **snížení finančních nákladů**. Minimálně vstupní investice jsou oproti komerčním řešením prakticky nulové, na druhé straně na otázku financí je potřeba nahlížet komplexně, z dlouhodobého horizontu. Často ignorovaný aspekt časové náročnosti, vyžadující osvojení si a následnou implementaci otevřeného řešení, může být ve výsledku personálně, časově i finančně méně výhodný než investice do uzavřeného řešení.

<!-- *Produkty spadající do oblasti webové kartografie a geoinformačních technologií, které splňují principy Free and Open source, zastřešuje organizace OSGeo, jejichž webové stránky²⁸² podávají přehled a popis všech zapojených projektů.* -->

Otevřená data (open data)

Otevřená data odkazují na strategii otevřených a dostupných dat, nikoliv na formát či jiný datový aspekt. Jedná se o informace a data, která jsou volně přístupná (typicky na internetu), jsou poskytována zdarma, pokud možno ve strojově čitelném a otevřeném formátu. K těmto datům může kdokoli přistupovat a využívat je k libovolným účelům. Otevřená data (2020) uvádí, že jde o data „zveřejněná na internetu způsobem, který neomezuje žádné uživatele ve způsobu jejich použití pro nekomerční i komerční účely (technicky ani legislativně) a opravňuje všechny uživatele

281 Zpravidla se jedná o princip freemium

282 <https://www.osgeo.org/projects/>

k jejich dalšímu šíření, pokud tímto šířením nedojde k omezení práv ostatních uživatelů“. Cílem je, obdobně jako u zdrojového kódu, publikovat data s využitím standardů s volně dostupnou specifikací, opatřené dokumentací a metadaty. Strojově čitelný formát napomáhá efektivnějšímu zpracování a dalšímu využití. Blíže se problematice otevřených prostorových dat věnovala např. práce Kočvarové (2020).

<!-- V České republice je hlavním zdrojem open dat „Národní katalog otevřených dat“²⁸³, podrobný seznam otevřených datových zdrojů podává Vlčková (2018)²⁸⁴. Na principu open dat v ekosystému Esri funguje ArcGIS Hub²⁸⁵. Konkrétní metodický rámec práce s open daty v prostředí GIS přináší „Metodika pro publikování prostorových informací ve formě otevřených dat“²⁸⁶ (Čerba a kol., 2016). -->

</h2> 8.2 Autorské právo a licence

</h2>

Autorské právo a užitá licence k použitým knihovnám, nástrojům i datům přímo ovlivňuje a limituje možnosti využití odvozeného produktu. **Ignorance legislativních aspektů může vést k trestněprávní odpovědnosti**, proto je z pohledu uplatnění mapového díla na trhu dodržování právních aspektů stejně důležité jako samotné kartografické či technické provedení webové mapy.

Autorské právo lze definovat jako právo autora k jeho autorskému dílu. Jedná se o součást tzv. práv duševního vlastnictví, která upravují vztahy vznikající při tvorbě autorských děl. Ochrana autorských práv má teritoriální podstatu, řídí se právním řádem podle toho, kde autorské dílo vzniklo (Kočvarová, 2020). Podle autorského zákona (Zákon č. 121/2000 Sb.) nesmí nikdo užívat autorská díla bez souhlasu držitele autorských práv, není-li zákonem stanovena výjimka. Pod pojmem užívat se má na mysli dílo dále rozšiřovat, pronajímat, půjčovat, vystavovat či sdělovat díla veřejnosti. Jak uvádí Kočvarová (2020) v českém právním systému jsou autorská práva nepřevoditelná, autor se jich nemůže vzdát (pouze lze umožnit bezplatnou licenci na libovolné užití). Pokud by ovšem autor chtěl umožnit jiné osobě jeho dílo užit, je třeba osobě udělit licenci uzavřením licenční smlouvy.

Licenční smlouvou se rozumí oprávnění dílo užit ke všem nebo k jednotlivým způsobům užití, které autor poskytuje nabyvateli. V praxi uživatel s poskytovatelem uzavírá licenční smlouvu (End-user license agreement; EULA). Ta uživateli specifikuje jeho práva, umožňuje software využívat, ale nikoliv ho vlastnit. Obzvláště u komerčních softwarů je potřeba mít na paměti, že uživatel získává jen právo k přístupu k softwaru, ale nikoliv software jako takový. Licence lze rozdělit na výhradní (určena pouze konkrétní osobě, striktní) a nevýhradní (i pro třetí osobu, libovolné užití).

U otevřeného software je otázka autorského práva důležitá zejména z důvodu automatického nabytí autorských práv při publikaci programu. Autor se musí pomocí vhodné licence vzdát části svých automaticky nabitých autorských práv tak, aby to umožnilo zamýšlené používání daného software a nebránilo dalšímu rozvoji (Nétek a Burian, 2018). Specifickou variantou je volné dílo (public domain), u kterého nejsou autorská práva uplatněna²⁸⁷, což umožňuje dílo volně využívat.

283 <https://data.gov.cz/>

284 <http://ku.licka.cz/>

285 <https://hub.arcgis.com/>

286 https://is.muni.cz/el/sci/podzim2019/Z7262/um/Metodika_otevrena_data.pdf

287 Uplynutím 70 let od smrti autora, anonymní díla apod.

Na licenční podmínky je potřeba dbát i u volně či zdarma dostupných nástrojů a datových sad. Typickým příkladem je platforma Esri, konkrétně ArcGIS Online, ArcGIS Hub či ArcGIS API for JavaScript. Jedná o volně dostupné nástroje (vyžadující pouze autentizaci, nicméně na základě veřejné registrace), vývojáři mohou veřejně využívat funkcionalitu API či datové vrstvy poskytované Esri. Podle licenčních podmínek je tento postup možný pouze pro vývojové nebo studijní účely, z legislativního hlediska je volné využití zmíněných Esri řešení vázáno na platnou (komerční) licenci firmy Esri. Paradoxní je to obzvláště u situace, kdy ArcGIS Hub je postaven na principu open data, nicméně vlastní přístup vyžaduje účet ArcGIS Online, který je (mimo studijní účely) komerčního charakteru.

Podle Vondrákové (2018) se v oblasti geografických informačních systémů nejčastěji používají:

- **Komerční licence** – autorská práva zůstávají autorovi, šíření software je zakázáno, stejně jako zasahování do něj, omezení je dáno licenčním ujednáním přesně definující práva²⁸⁸, použití je zpoplatněno
- **OEM (Original Equipment Manufacturer)** – typ licence, při které je software šířen jako součást určitého produktu (například při koupi počítače je součástí licence na určitý software), má přísná pravidla, při kterých se do software nesmí zasahovat a licence končí se zánikem hardware
- **Shareware** – autorská práva zůstávají autorovi, po omezenou dobu je software možné zdarma bez zásahu používat a volně šířit
- **Freeware** – autorská práva zůstávají autorovi, není zpřístupněn zdrojový kód, není možné do něj zasahovat, ale je distribuovaný zcela zdarma
- **Public domain** – volné dílo, do nějž lze zasahovat, šířit i v pozměněné podobě bez jakýchkoliv omezení, není zpoplatněno.
- **Svobodné (otevřené) licence** – autorská práva zůstávají autorovi, šíření software je povoleno i v pozměněné podobě a většinou bez omezení. Následující seznam přináší přehled nejčastějších svobodných licencí (upraveno podle Netek a Burian 2018):
 - **Apache licence** – Svobodná licence požadující po uživateli zachování autorství a zřeknutí se odpovědnosti, kompatibilní s verzí GNU GPL.
 - **BSD (Berkeley Software Distribution) licence** – Svobodná licence, umožňující volně šíření, vyžaduje pouze uvedení autora a informace o licenci (spolu s upozorněním na zřeknutí se odpovědnosti za dílo), jedna z nejbenevolentnějších licencí.
 - **Creative Commons** – Soubor šesti veřejných licencí, umožňující autorovi rozhodování, za jakých podmínek bude jeho dílo dostupné. Autor prostřednictvím konkrétní licence uzavírá se všemi potenciálními uživateli díla smlouvu, na základě, které jim poskytuje některá svá práva k dílu a jiná si vyhrazuje.
 - **GNU General Public License (GPL)** – Copyleftová licence, vyžaduje, aby byla odvozená díla dostupná pod toutéž licenci, do díla je povoleno zasahovat, šířit jej i v pozměněné podobě, a to v podstatě bez jakýchkoliv omezení.
 - **GNU Lesser General Public License (LGPL)** – Upravená verze GPL,

288 Např. Esri definuje tři úrovně práv podle zakoupené licence <https://www.arcdata.cz/produkty/arcgis/desktopovy-gis/licennci-urovne>

kompromis mezi GNU GPL a BSD nebo MIT

- **MIT (Massachusetts Institute of Technology) licence** – Svobodná licence, jedinou podmínkou je uvedení textu MIT licence spolu s daným software, možno použít i pro proprietární software, spolu s BSD nejbenevolentnější.
- **Mozilla Public Licence (MPL)** – Svobodná licence, používané pro zdrojový kód software vydávaný Mozilla Corporation, jako je Firefox či Thunderbird.
- **OpenLDAP** – Svobodná licence, kompatibilní s GNU GPL.
- **Python licence** – Svobodná licence, kompatibilní s GNU GPL.

<!-- Kompletní přehled svobodných licencí je k dispozici na oficiální webové prezentaci GNU ²⁸⁹. -->

-->

<h2> 8.3 Business modely </h2>

</h2>

Téma zpoplatnění služeb je v odborné literatuře opomíjené²⁹⁰, avšak z pohledu uživatele jde často o první či rozhodující aspekt při volbě mapového řešení. **Na ekonomickou stránku poskytování mapových knihoven, nástrojů a datových sad je třeba nahlížet zcela odděleně oproti aspektům licence a otevřenosti zdrojového kódu.** I když lze pozorovat ustálené vzorce, je potřeba tyto oblasti principiálně oddělit. Na otázku financí je **potřeba nahlížet komplexně, z dlouhodobého horizontu.** Je potřeba vždy kriticky a objektivně zvážit časovou, personální a implementační náročnost. Nežřídká jednorázová vstupní investice uživatele odradí, ale z dlouhodobého hlediska může být výhodnější než časově a personálně náročné osvojení si alternativních bezplatných řešení, nemluvě o otázce kompatibility, transformací formátů apod. Na trhu kartografických webových produktů²⁹¹ se lze setkat s nespočtem business modelů (jednorázový poplatek, platba za funkcionalitu, za určité časové období, za počet zobrazení, přenesená data apod.) celkově je lze charakterizovat do tří základních skupin, kde nelze sledovat přímou závislost vůči předcházejícím aspektům:

- Plně zpoplatněné
- Částečně zpoplatněné
- Bezplatně dostupné

Cílem komerčního pojetí je primárně návratnost vložených investic. **Plně zpoplatněná** strategie je doménou etablovaných firem, které si jsou vědomi své pozice na trhu, nabízí špičkové řešení nebo zásadní konkurenční výhodu (Esri, Google Maps, O2 IT Services, T-mapy, MapTiler Desktop, Digis apod.). U ryze komerčních projektů typu Google Maps²⁹², Bing Maps apod. je potřeba stále mít na paměti, že mapová aplikace je pouze dílčí část ekosystému komerčního projektu, kde cílem ekosystému je ve výsledku generovat komerční zisk. I přes nezpochybnitelný přínos pro komunitu uživatelů map, jsou tyto mapové aplikace stále jen jedním z reklamních kanálů, jejichž primárním účelem je prodej a zobrazování reklam²⁹³, sběr dat nebo informací o uživateli²⁹⁴ (výskytu, pohybu, návycích, koníčcích atd.), nemluvě o přímý prodej skrze využívání mapových pokladů či API. Problematika business modelů je dynamická záležitost, společnosti reagují na trh

289 <https://www.gnu.org/licenses/license-list.html>

290 Mj. i vzhledem k dynamickému charakteru a velmi často se měnícím podmínkám na trhu

291 Nejen aplikací a knihoven, ale i nástrojů, služeb či dat

292 Sám Google označuje Google Maps jako „Advertising Google Properties“ (Wallach, 2020)

293 Není tajemstvím, že reklama je pro Google hlavním zdrojem příjmů (Investopedia, 2019)

294 Které jsou posléze zpětně využity pro marketingové účely, zobrazování reklam apod

i svou konkurenci. Jako modelový příklad lze uvést zcela zásadní změna business modelu Google v poslední dekádě. Google Maps API v roce 2011 částečně omezilo bezplatné použití, až v roce 2018 přešlo na téměř kompletně placený model pay-as-you-go²⁹⁵, na což zareagovali konkurenční projekty marketingově nebo úpravou svých cen (MapTiler²⁹⁶, LocationIQ²⁹⁷, HERE WeGo²⁹⁸, Leaflet, Mapbox²⁹⁹), ale i odlivem přímo koncoví uživatelé³⁰⁰.

<!-- Případové studie porovnávající alternativy Google Maps z pohledu Business modelu popisují příspěvky „Switching to Mapbox: Is Google Maps API too Expensive?“³⁰¹ (Alliance, 2020), „Time to Challenge Google Maps Pricing“³⁰² (ProgrammableWeb, 2018) nebo „Pożegnanie z Google Maps“³⁰³ (Owczarek a Nawrocki, 2018).

Viziologi (2020) komplexně popisuje komerční strategii Google Maps formou business modelu canvas³⁰⁴, upravenou verzi podává Tabulka 16.

McCormick (2020) popisuje komerční pozadí Google Maps v kontextu celého ekosystému Google ve studii „10 Ways to Rank Higher on Google Maps in 2020“³⁰⁵

-->

<table> **Tabulka 16: business model Google Maps (upraveno dle Viziologi, 2020)**

Služby	Segmenty zákazníků	Klíčové zdroje	Náklady	Příjmy
Poznávání světa Fotografie Recenze Routing Data (satelitní snímky, StreetView, doprava) Poloha a lokační služby (v reálném čase)	Koncoví uživatelé internetu Obchod Hotely Restaurace a bary Banky Konglomeráty Startupy	Platforma Google GPS technologie Satelitní snímky Prostorová data Data o dopravě Strukturované informace Crowdsourcing 1 miliarda uživatelů měsíčně Vývojáři Prodejný tým Zákaznická podpora	Akvizice prostorových dat Vlastní mapování Poskytovatelé (třetí strany) IT infrastruktura Provoz a údržba Platy Prodejný tým Zákaznická podpora	Reklamní záznamy v mapě Reklamy mimo mapu (vyhledávání, rozšířená realita) API Prémiové služby Předplatné služeb

</table>

295 S výjimkou prvního roku, resp. ekvivalentu 200 USD/měsíc, což v praxi odpovídá necelým 1 000 načtení (nikoliv interakci) denně (platné k době vydání publikace)

296 S kampaní „Maps too expensive?“ <https://www.maptiler.com/google-maps-platform-alternative/>

297 S kampaní „Overpaying for Google Maps?“ <https://locationiq.com/switch-from-google-maps>

298 <https://developer.here.com/tutorials/switch-to-here-js-map/>

299 <https://docs.mapbox.com/help/tutorials/google-to-mapbox/>

300 <https://twitter.com/tomaszaruba/status/1268059920030666752>

301 <https://www.allianceinteractive.com/blog/cost-of-google-maps-and-its-alternatives/>

302 <https://tinyurl.com/webkar16>

303 <https://www.gdziepolec.pl/blog/pozegnanie-z-google-maps>

304 <https://viziologi.com/business-strategy-canvas/google-maps-business-model-canvas/>

305 <https://www.gdziepolec.pl/blog/pozegnanie-z-google-maps>

Částečné zpoplatnění řešení je v praxi preferovanější než plné zpoplatnění. Obzvláště u cloudově orientovaných produktů (CARTO, Mapbox, MapTiler, Geoapify apod.), je v dnešní době výrazně převažující strategií tzv. freemium. Jedná se o obchodní model, který nabízí základní produkt zdarma, případně doplňkové a rozšiřující služby jsou zpoplatněny. Zároveň může být k dispozici více úrovní zpoplatnění, v závislosti na sířce poskytované funkcionality, počtu zobrazení mapy, přenesených dat, podpory či jiných parametrů, pro tento model je typické vyobrazení formou „pricing table“ (Obrázek 99). Prakticky se jedná o kombinaci několika modelů, z kterých si uživatel vybere nejvhodnější, což je výhodné z několika důvodů. Výchozí bezplatná varianta umožňuje včas vyhodnotit vhodnost daného řešení, přechod na případnou alternativu v tomto kroku není problémem. Jednotlivé úrovně umožňují vyšší flexibilitu, uživatel platí za funkcionality, kterou výhradně potřebuje. Změnu tarifu na vyšší (příp. nižší) úroveň je možné provést kdykoliv bez nutnosti zásahu do mapového řešení, zaručena je oboustranná kompatibilita.

<!-- Strategie a příklady modelů cloudových řešení podává případová studie „Saas Pricing Models, Strategies, and Examples of Success“³⁰⁶ (Campbell, 2020)

Blíže se business modelu FOSS z pohledu uživatele i vývojáře věnují Nétek a Burian (2018) v publikaci „Free and open source v geoinformatic“.

-->

Free	Basic \$53 billed monthly	Standard \$160 billed monthly	Premium \$323 billed monthly
SIGN UP	SIGN UP	SIGN UP	SIGN UP
250 000 map tiles / month 100 000 geocoding & places / month 30 000 routing / month 10 000 isochrone / month	500 000 map tiles / month 200 000 geocoding & places / month 70 000 routing / month 20 000 isochrone / month	1 500 000 map tiles / month 750 000 geocoding & places / month 250 000 routing / month 70 000 isochrone / month	3 000 000 map tiles / month 1 500 000 geocoding & places / month 500 000 routing / month 150 000 isochrone / month
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Multiple API Keys ✓ Limited Commercial Use ✗ Not suitable for high-load ✓ Isochrones up to 30 min ✓ Best effort support 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Multiple API Keys ✓ Commercial Use ✓ Suitable for high-load ✓ Isochrones up to 30 min ✓ Email support 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Multiple API Keys ✓ Commercial Use ✓ Suitable for high-load ✓ Isochrones up to 60 min ✓ Priority support 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Multiple API Keys ✓ Commercial Use ✓ Suitable for high-load ✓ Isochrones up to 60 min ✓ Priority support

Obrázek 99: Business model freemium je založený na tzv. pricing listu (zdroj: Geoapify)

</>

Poslední skupina, **bezplatně dostupné** produkty, jsou zpravidla vázané na open source řešení, všechny svobodné licence umožňují bezplatné užití a šíření (viz předcházející kapitola), konkrétně se jedná např. o produkty Leaflet, OpenLayers, MapServer, Geoserver aj. Avšak vybrané svobodné licence (MIT, BSD) umožňují šířit za úplaty i produkty FOSS. Je potřeba připomenout, že v případě FOSS jsou nulové pouze pořizovací náklady. Jak uvádí Nétek a Burian (2018) „*implementace a osvojení si daného řešení vyžaduje jisté úsilí, čím více je složitější projekt, tím vyšší míra vynaloženého úsilí. Na toto úsilí lze nahlížet jednak z pohledu času stráveného managery, vývojáři, programátory a ostatními členy týmu, na druhou stranu tento čas lze vynásobit hodinovou sazbou a přepočíst čas na adekvátní finanční ohodnocení. V případě FOSS tak kumulované náklady s rostoucí složitostí projektu, respektive se stráveným časem, naopak rostou.*“

Do nákladů je potřeba započítat celé workflow projektu, neboť business model FOSS projektů stojí na poskytování zpoplatněných doplňkových služeb (uživatelský a technická podpora, konzultace, školení, vývoj na míru apod.), které jsou naopak u komerčních služeb standardem. Specifickou

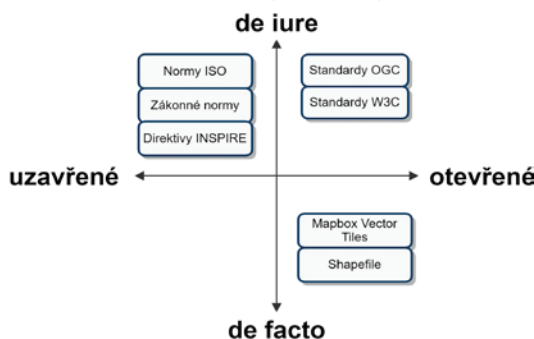
306 <https://www.profitwell.com/recur/all/saas-pricing>

variantou spadající do skupiny bezplatně dostupných produktů je freeware či shareware, tedy proprietární software šířený bezplatně.

8.4 Standardizace, interoperabilita

Pro zachování vzájemné interoperability, schopnosti jednotlivých programů mezi sebou vzájemně komunikovat a spolupracovat, je potřeba nastavení určitých pravidel a norem – standardizace. Standardizaci lze aplikovat na programy, knihovny i formáty dat. Čím větší je míra standardizace, resp. čím více jednotlivé produkty standardizaci respektují, tím efektivnější je pro uživatele kombinace jednotlivých programů či dat včetně možnosti automatizace. Pomineme-li ekosystém produktů Esri (který je z podstaty komerčního fungování Esri výborně připraven na celý proces příprava–publikace–vizualizace prostorových dat v digitálním a webovém prostředí), konvenční proprietární řešení vyžaduje dílčí etapy zpracovávat v několika na sobě nezávislých programech, u kterých je interoperabilita na nízké úrovni. Naopak orientace na FOSS strategii umožňuje celé workflow více provázat díky vyšší interoperabilitě jednotlivých programů (Nétek a Burian, 2018). Výukový materiál Školení Úvod do Open Source GIS³⁰⁷ iniciativy Gismentors přináší adekvátní dělení standardů z pohledu otevřenosti a formálnosti (převzato z Čepický a kol., 2019):

- **Uzavřené de facto standardy** jsou nejméně vhodným příkladem, v oblasti GIS nejméně časté, protože zabráňují implementaci v nástrojích třetích stran. Brzdí inovaci, minimalizují interoperabilitu, nejsou formálně ukotveny.
- **Otevřené de facto standardy** nejsou formálně ukotveny, ale zároveň je možná implementace v softwarech třetích stran, což zaručuje interoperabilitu. Příkladem de-facto standardu je formát Shapefile. Nikdy nebyl formalizován mimo firmu Esri, ta ale nekladla žádné překážky v jeho implementaci a používání, naopak vzhledem k rozšíření a „popularitě“ jej ostatní softwary přejímají.
- **Uzavřené de iure standardy** omezují podíl veřejnosti³⁰⁸ na jejich vývoji. Typicky se jedná o technické normy ISO nebo různé zákonné normy (např. INSPIRE). Interoperabilita je zajištěna do té míry, do jaké je vynutitelné právo s těmito normami spojené. Inovace a uplatňování v praxi může být komplikovanější.
- **Otevřené de iure standardy** jsou ideálním stavem. Formálně potvrzené normy, na kterých se dohodla komunita uživatelů a vývojářů, mají největší podporu, nic nebrání jejich implementaci do softwarů různých stran, zároveň mohou být dále rozvíjeny. Příkladem těchto standardů jsou normy konsorcia OGC nebo W3C.



Obrázek 100: Dělení standardů z pohledu otevřenosti (upraveno dle Čepický a kol., 2019)

</>

307 <http://training.gismentors.eu/open-source-gis/standards/index.html>

308 Odborná veřejnost se může podílet (např. připomínkami) v době jejich vzniku

V oblasti webové kartografie lze uplatnit standardy organizací obecného nebo tematického charakteru

- Standardy organizací obecného charakteru
 - Mezinárodní standardy ISO
 - Standardy evropské direktivy INSPIRE
 - Standardy Evropské komise pro normalizaci
 - Národní standardy ČSN
- Standardy organizací tematického charakteru
 - OGC definující standardy pro prostorové informace
 - Konsorcium W3C definující standardy pro web

Mezinárodní standardizační organizace **ISO** standardizuje i některé oblasti geodézie, kartografie a GIS. V oblasti ISO se problematikou GIS zabývá technická skupina ISO/TC 211 Geographic information/Geomatics, která v tuto registruje okolo 80 standardů v doméně prostorových dat. Standardy ISO jsou často zmiňovány v národních i evropských de-jure normách (Čepický a kol., 2019). Často přebírají zavedené standardy z jiných, tematičtěji zaměřených, standardizačních organizací (OGC nebo ISO). Členem organizace ISO na národní úrovni, který ČR v ISO zastupuje je Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Od 1.1.2018 přechází všechny činnosti související s tvorbou, vydáváním a distribucí technických norem na Českou agenturu pro standardizaci (ČAS). V prosinci 2017 byl členem jedné z technických komisí ISO, konkrétně komise ISO/TC 211/WG 9 Information management, jmenován Karel Janečka (Hájek, 2017), předseda České asociace pro geoinformace a člen katedry geomatiky na Západočeské univerzitě v Plzni. ISO v současnosti klade obecně velký důraz na proces automatizace a eGovernment, proto je součástí geograficky orientovaných ISO standardů celá řada zaměřená na modely GIS, procesy a metadata.

<!-- *Oficiální webová stránka technické komise ISO/TC 211³⁰⁹ podává přehled jejich standardů³¹⁰.* -->

INSPIRE je iniciativou Evropské komise, která si klade za cíl vytvořit evropský legislativní rámec potřebný k vybudování evropské infrastruktury prostorových informací (Cenia, 2020). Hlavním cílem je poskytnout větší množství kvalitních a standardizovaných prostorových informací pro spolupráci mezi členskými státy EU. Mj. zavádí roli tzv. povinného poskytovatele – subjekty, které musí ze zákona (123/1998 Sb.) zpřístupňovat sady prostorových dat. ČSN je chráněné označení českých technických norem, v rovině geoinformačních technologií a prostorových dat ČSN přebírá standardy OGC, respektive ISO. Vondráková (2018) doplňuje „k zajištění interoperability v oblasti prostorových dat v Evropě směřovala především standardizační činnost Evropské komise pro normalizaci (CEN TC 287 – Geographic Information) a aktivity Mezinárodní organizace pro standardizaci (ISO TC 211 – Geographic Information/Geomatics) a Konsorcia pro otevřený GIS (Open GIS Consortium, Inc. – OGC)“.

<!-- *Seznam mapových služeb dostupných skrze INSPIRE je k dispozici na Národním Geoportálu INSPIRE³¹¹.* -->

Nejvlivnějším hráčem na poli otevřených standardů v oblasti geoinformatiky a prostorových informací je bezpochyby **Open Geospatial Consortium (OGC)**. OGC je mezinárodní standardizační organizace pro oblast prostorových dat a služeb. Standardy jsou vyvíjeny v rámci

309 <https://www.iso.org/committee/54904.html> a <https://committee.iso.org/home/tc211>

310 <https://www.iso.org/committee/54904/x/catalogue/>

311 <https://www.iso.org/committee/54904/x/catalogue/>

relativně otevřeného procesu. Po svém schválení jsou bez omezení dostupné všem a jsou v praxi vždy implementovány. Jednotlivé pracovní skupiny pracují na problémech, které identifikovaly jako aktuálně potřebné. OGC standardizuje oblast datových formátů, ale především webových služeb, mj. v koordinaci s OSGeo³¹². Vybrané standardy jsou proto akceptovány ISO či ČSN. OGC Open Web Services (OGC OWS) je soubor standardů komunikační protokolů postavených na značkovacím jazyku XML popisujících komunikaci mezi serverem a klientem. Server nabízí prostřednictvím služeb data, vykreslené mapové dlaždice či výpočetní služby, na které klient může dosáhnout. OGC definuje řadu nejpoužívanějších standardů jako např.

- OGC Web Map Service (WMS)
- OGC Web Map Tiled Service (WMTS)
- OGC Web Feature Service (WFS)
- OGC Web Coverage Service (WCS)
- OGC Web Processing Service (WPS)
- GML, KML, ...

<!-- Kompletní seznam formálně uznaných standardů včetně jejich specifikací lze nalézt na webové stránce OGC³¹³. -->

World Wide Web Consortium (W3C) je mezinárodní konsorcium, vyvíjející webové standardy pro službu WWW. Posláním W3C je „vést World Wide Web k plnému potenciálu vytvořením protokolů a pokynů, které zajistí dlouhodobý růst webu“ (W3C, 2017). V praxi tak udržuje v chodu službu WWW a určuje její další směřování. Mezi standardy W3C patří: jazyky pro tvorbu webových stránek HTML a CSS, univerzální značkovací jazyk XML³¹⁴, vektorový formát SVG, protokol SOAP či metadatový jazyk WSDL.

312 V prosinci 2008 OSGeo a OGC podepsali memorandum o porozumění, které koordinuje postup při zavádění otevřených prostorových standardů (poslání OGC), softwaru a dat s otevřeným zdrojovým kódem (mise OSGeo). Více viz https://wiki.osgeo.org/wiki/OSGeo_signs_Memorandum_of_Understanding_with_OGC a <http://www.opengeospatial.org/pressroom/pressreleases/944>

313 <https://www.ogc.org/docs/is>

314 Na jehož syntaxi jsou postaveny mj. prostorové formáty GML či KML

9 Datové aspekty webových map

I přesto, že existují ustálené vzorce a preferované kombinace dat s určitými mapovými knihovnamy, webový kartograf tyto aspekty musí zkoumat odděleně. Konkrétní mapová řešení pochopitelně preferují určité datové formáty, nicméně **určitá knihovna by se nikdy neměla omezovat pouze na jediný formát**, a naopak, **jeden datový formát nelze limitovat výhradně pro jedinou knihovnu**. Pokud by se tak dělo, jedná se o variantu „uzavřeného de facto standardu“, popření principu interoperability a zásadní limitaci pro vývojáře i uživatele. Slovy databázových relací, je nepřípustný vztah 1:1, principem interoperability je vztah M:N, kdy různé formáty jsou podporovány různými mapovými řešeními. Jinými slovy, datová vrstva od konkrétního poskytovatele (ať už podkladová nebo tematická), je pochopitelně primárně implementována v mapové knihovně téhož poskytovatele. Pokud to technické a legislativní (!) aspekty umožňují, lze ji ale implementovat i do jiných mapových knihoven jiných poskytovatelů.

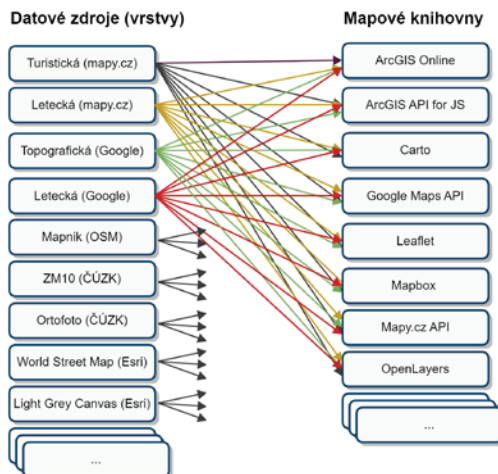
 Vývoj webových mapových aplikací stojí na dvou základních pilířích: datovém a softwarovém aspektu. Datový aspekt zahrnuje především volbu datových zdrojů, jejich formátů a přístupů k datům. Softwarový aspekt zahrnuje volbu mapové knihovny a funkcionalitu (nástroje, operace, procesy a služby, kterou aplikace poskytuje). Jednou z nejdůležitějších myšlenek této publikace, zcela zásadní pro strategii sestavování webového kartografického projektu, je uvědomění si faktu, že na datový a softwarový aspekt je potřeba nahlížet odděleně a nezávisle.

Jako konkrétní příklad lze uvést turistickou podkladovou vrstvu Mapy.cz³¹⁵. Primárním prostředím je pochopitelně veřejně dostupný produkt Mapy.cz, navíc je k dispozici vývojářům rozhraní Mapy.cz API. Využívá-li vlastní API připojení podkladových map skrze standardizované mapové služby, lze zmíněnou vrstvu použít pro libovolné vlastní řešení jak v prostředí Mapy.cz API, tak i v jiných knihovnách (ArcGIS API for JS, ArcGIS Online, Google Maps API, Mapbox GL JS, OpenLayers, Leaflet aj.). Tento princip lze z pohledu technické implementace aplikovat na veškeré poskytovatele datových sad skrze rozhraní API, respektive standardizované mapové služby (např.

315 Analogicky např. topografická podkladová mapa produktu Esri / Google Maps / Mapbox / OpenStreet (Mapnik) aj.

Esri, Google Maps, Mapy.cz, Mapbox, Here, Bing, OpenStreetMap atd.). V praxi určitá mapová knihovna umožňuje kombinovat vrstvy z různých zdrojů, např. v knihovně Mapy.cz API lze zobrazit topografickou vrstvu Google Maps i OpenStreetMap. Vždy je třeba respektovat příslušné legislativní aspekty a licenční ujednání daných poskytovatelů.

Na základě tohoto faktu, předkládá tato kapitola rozbor datových aspektů, a odděleně následující kapitola přináší konkrétní mapová řešení v kapitole softwarové aspekty. Na datový aspekt lze nahlížet ze dvou pohledů. Uživatelský pohled rozlišuje podkladové a tematické vrstvy, zatímco ryze datový pohled popisuje proces publikování a následné konzumace dat.



Obrázek 101: Na datové zdroje a mapové knihovny je třeba nahlížet vždy odděleně, neboť je lze téměř libovolně kombinovat (zdroj: autor)

</>

<h2> 9.1 Podkladové vs. tematické vrstvy

</h2>

 Podkladové mapy (angl. basemaps) zobrazují topografický podklad, primárně umožňují uživateli orientaci v mapě, na daném mapovém produktu se vyskytují v minimálním počtu (ca 1-5), aktivní může být vždy pouze jedna podkladová mapa. Tematické vrstvy (překryvné vrstvy; angl. operational layers) zobrazují tematický obsah, jejich počet je v mapě je individuální v závislosti na zobrazeném tématu (od jediné po desítky vrstev), aktivní počet (a někdy i pořadí) určuje interaktivně uživatel. Podkladové mapy jsou dnes implementovány téměř výhradně formou mapových dlaždic (angl. map tiles), zatímco tematické vrstvy mohou být načítány lokálně, hybridně nebo skrze vzdálený přístup.

<table> Tabulka 17: Charakteristiky podkladových a tematických vrstev

	Podkladové mapy	Tematické vrstvy
Obsah	Topografický podklad	Tematický obsah
Formát	Rastr i vektor	Vektor, ikony (rastr omezeně)
Počet celkem	Jednotky	Neomezený
Aktivní	Pouze jedna	Libovolně
Styl	Pevně daný (jednotný)	Libovolný počet
Umístění v legendě	Zpravidla ne	Ano

</table>

<h3> 9.1.1 Podkladové mapy

</h3>

Podkladová mapa (angl. basemap) **zobrazuje topografický podklad**, tedy geografický kontext pro zobrazovanou oblast v mapě. Podle Voženilka, Kaňoka a kol. (2011) slouží topografický podklad k „*prostorové lokalizaci jednotlivých prvků tematického obsahu a k určení jejich vzájemných topografických vztahů*“. Pro bližší nastudování charakteristik topografického pokladu a rozdílů vůči tematickému obsahu lze doporučit dílo Voženilka, Kaňoka a kol. (2011), případně Voženilka (2001). Podkladové mapy se skládají z dílčí vrstev (silniční síť, vodstvo, zeleň, sídla, výškopis atd.), proto je vhodnější pojmenování pokladová mapa jako kompaktní celek, než podkladová vrstva. Z obecného pohledu lze využít zjednodušenou rovnici: topografický podklad = výškopis a polohopis.

V oblasti webové kartografie bylo po dlouhou dobu ustálené dělení, kdy rastrová data byla vhodná spíše pro podkladové mapy, naopak vektorově uložená data pro překryvné vrstvy. Avšak s příchodem vektorových dlaždic je toto tvrzení již neplatné. V praxi se lze setkat s dvěma typy podkladových map (MicroStrategy, 2020): dlaždicové a dynamicky generované. Dlaždicové využívají mezipaměť a předdefinované dlaždice pro lepší výkon aplikace, dynamické jsou charakteristické generováním mapového obsahu „za běhu“ aplikace v reálném čase, což umožňuje větší flexibilitu. Dotazování využívá architektury klient-server, respektive dotazování se na server, příkladem takového řešení je služba WMS. Načtení všech vrstev samostatně, navíc ideálně ve vektorové podobě, je náročné po výpočetní i uživatelské stránce. Proto dnes převažuje dlaždicové řešení, kdy jednotlivé vrstvy podkladu jsou seskupeny do jednotné uspořádané vrstvy, která se vygeneruje formou dlaždic (Sterling, 2020).

Pokud jsou podkladové mapy dostupné ve standardizovaném formátu, lze je použít v různých mapových knihovnách, nejen v knihovně, pro kterou jsou primárně určeny formátu (v praxi téměř výhradně dlaždicové mapové služby všech etablovaných poskytovatelů, např. Esri, Google Maps, Mapy.cz, Mapbox, Here, Bing, OpenStreetMap, ČÚZK atd.).

<!-- Projekt „Leaflet-providers preview“³¹⁶ obsahuje přehled 150 podkladových vrstev otevřených i komerčních poskytovatelů (odvozeninami OpenStreetMap počínaje a Esri vrstvami konče), včetně jejich náhledu a odkazu na jejich zdroj. Aplikace podporuje přímou implementaci příslušné části zdrojového kódu pro knihovnu Leaflet, avšak implementace do libovolné jiné knihovny vyžaduje jen drobnou změnu syntaxe dle použité technologie. Zároveň nabízí návod pro implementaci externích datových zdrojů na principu API³¹⁷ (vyžadující licenční klíč, token, registraci apod.) -->

316 <https://leaflet-extras.github.io/leaflet-providers/preview/>317 <https://github.com/leaflet-extras/leaflet-providers>

Princip dlaždic

V roce 2005 představila společnost Google spolu s projektem Google Maps technologii „slippy maps“, která spočívala ve vytvoření mapy předem a jejího rozdělení do mapových dlaždic. Při požadavku uživatele na konkrétní oblast se již negeneruje celá mapa znovu, což je krajně neefektivní, ale zobrazí se pouze požadovaná oblast, v praxi se pouze stahují obrázky ve formě dlaždic, které byly předem uloženy na server (Pavlíček, 2019). Tuto technologii, dnes známou jak princip mapových dlaždic (angl. map tiles), postupně převzala většina webových mapových řešení (Stefanakis, 2015). Z technologického hlediska dlaždice fungují na principu cache, což je technika umožňující generování map a provádění dotazů napřed, nikoliv přímo po obdržení. Server předává požadovaný výsledek klientovi obratem, bez nutnosti dotazování na mapový a databázový server, což je pochopitelně rychlejší a efektivnější.

Základním principem mapových dlaždic je vygenerování originálního datasetu v jednotlivých úrovních měřítek a následně pro každé měřítko (zoom-level) rozřezání původně celistvého obrazu do sady dlaždic. Různé mapové projekty využívají různého schématu dlaždic. Obecně je schéma rastrových dlaždic popsáno základními parametry (Pavlíček, 2019):

- měřítko – velikost jednoho pixelu v metrické soustavě,
- tvar a velikost dlaždice,
- počátek souřadnicového systému (většinou jím bývá levý horní roh),
- velikost matice dlaždic (odpovídá počtu dlaždic v matici),
- počet úrovní zoomu.

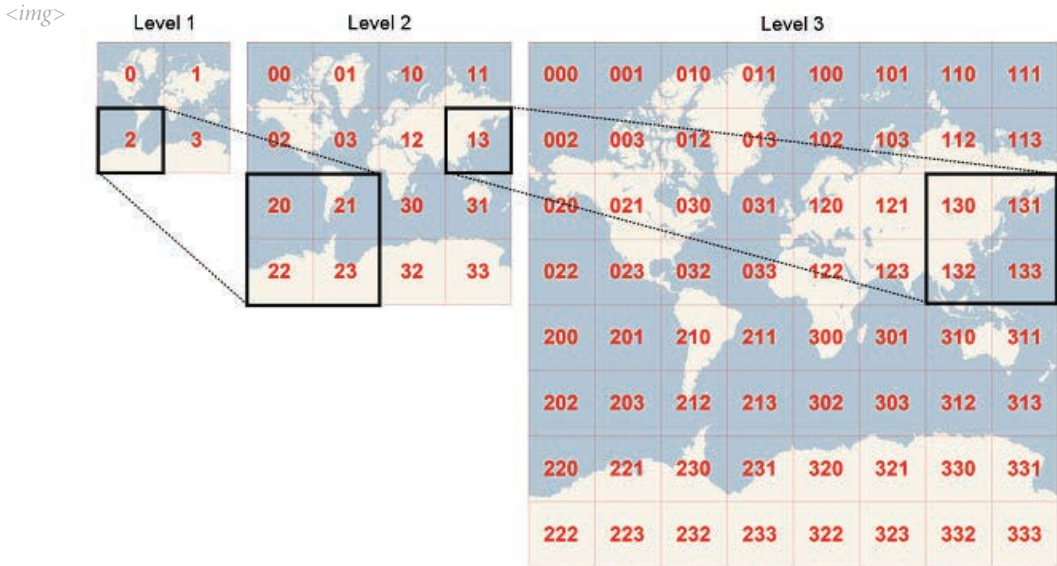
Pro využití dlaždic se jako výhodné kartografické zobrazení jeví Web Mercator, neboť po odříznutí polárních oblastí se mapa celého světa dá zobrazit jako čtverec, což odpovídá dlaždici nulté úrovně. Každá další úroveň rozdělí předchozí dlaždici na čtyři další. Největší rozdíl mezi jednotlivými schématy je v jejich počátku a číslování dlaždic. Google využívá formát ZYX³¹⁸, Bing Maps používá algoritmus Quadtree. Konvencí je velikost jedné dlaždice 256×256 pixelů (Pavlíček, 2019), prakticky majoritním řešením (formátem) rastrových dlaždic je webová služba Web Map Tiles Service (WMTS).



Obrázek 102: Ilustrace principu dlaždic (zdroj: Openwhatevermap, 2020)

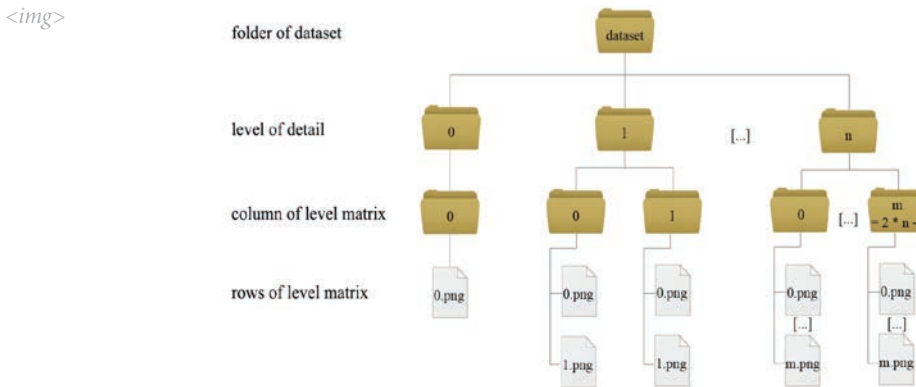
</>

318 Z = zoom/úroveň měřítka, Y = sloupec, X = řádek;
např. <https://a.tile.opentopomap.org/12/2240/1396.png>



Obrázek 103: Schéma rastrových dlaždic (převzato z Schwartz, 2018)

</>



Obrázek 104: Souborová struktura ZYX (převzato z Herman, 2015)

</>

<!-- Pro ilustraci a pochopení principu dlaždic lze doporučit aplikaci Openwhatevermap³¹⁹. -->

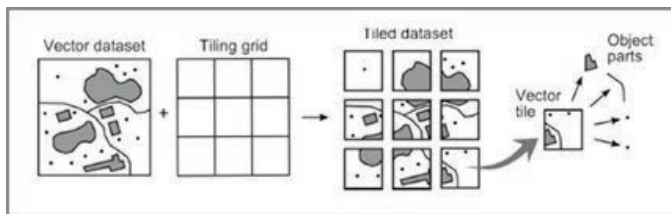
-->

Jednou z mála nevýhod **rastrových dlaždic** je nutnosti jejich znovugenerování a nahrání na server v případě aktualizace. Jakákoliv, byť sebemenší změna, vyžaduje vygenerování kompletního datasetu. Rastrové dlaždice proto nejsou vhodné pro data dynamického charakteru (např. počasí). V poslední době se trendem stávají vektorové dlaždice, které jsou více flexibilní. Přinášejí výrazně jednodušší stylování nebo možnost změny orientace mapy (rotace, úhel pohledu) při zachování vodorovné čitelnosti popisu, jsou proto více než vhodné pro oblast mobilní kartografie. V případě **vektorových dlaždic** se na straně klienta nezobrazují obrázky, ale vektorové objekty, uložené na straně serveru, které mohou být prezentovány na klientovi a ten s těmito objekty může dále pracovat (Pavlíček, 2019). Princip rozdělení vektorových dlaždic (Obrázek 105) je analogický

319 <http://openwhatevermap.xyz/>

krastrové variantě, schéma identifikace je založena na rastrovém ekvivalentu Google – formátu ZYX. Formáty vektorových dat mohou být GeoJSON, TopoJSON, PBF (Protocol Buffers), mbtiles nebo mvt (Mapbox Vector Tile). Oba uvedené typy lze kombinovat, např. ortofoto snímek z rastrových dat v kombinaci s vektorovou silniční sítí.

<!-- Principu dlaždic, ať už v rastrové nebo vektorové podobě využívá většina globálních (Google Maps, OpenStreetMap, Bing Maps, Mapy.cz aj) i českých (ČÚZK) řešení. Detailně se ve své diplomové práci zabýval problematikou mapových dlaždic Pavlíček (2019), případně případová studie „Performance Testing on Vector vs. Raster Map Tiles—Comparative Study on Load Metrics“³²⁰ porovnávající výkon vektorových vs rastrových dlaždic. -->



-->

Obrázek 105: Schéma vektorových dlaždic (převzato z Gaffuri, 2012)

</>



Obrázek 106: Mapové dlaždice umožňují rotaci i změnu úhlu pohledu (orientace na západ při ca 45° úhlu). Vektorové dlaždice (vlevo; Mapbox) jsou charakteristické vodorovnou pozicí popisek nezávisle na podkladové mapě, zatímco popisky rastrových dlaždic (vpravo; ČÚZK) rotují spolu s podkladem

</>

Grafický styl

Provedení rastrových dlaždic je jednotné a pevně svázané s procesem generování, nelze jej po vypublikování měnit, respektive jakákoliv změna vyžaduje znovugenerování celého datasetu. S příchodem vektorových dlaždic lze na podkladové mapy aplikovat libovolný grafický styl kdykoliv, na základě požadavku klienta. Vektorové dlaždice podporují sémantickou provázanost, kdy geometrie obsahuje vedle prostorové informace určitý identifikátor³²¹. Nezávisle na geometrii

320 <https://www.mdpi.com/2220-9964/9/2/101>

321 Pro definování stylů vektorových dlaždic je k dispozici několik přístupů (Mapbox GL Style, CartoCSS, Geo Style Sheets, MapCSS), obecně se jedná o analogii ke stylům v kancelářských programech typu Word nebo stylování HTML dokumentu pomocí tříd CSS

Lze definovat styl, který přiřazuje určité grafické parametry konkrétním typům geometrie na základě provázáním s identifikátorem. K jediné geometrii lze definovat prakticky neomezený počet stylů (viz Obrázek 107).

Pro mapové dlaždice lze aplikovat takřka libovolný grafický styl, nicméně je třeba respektovat kartografická pravidla i konvence. Doporučit lze spíše potlačené barvy. Dají vyniknout tematickému obsahu, akceptují princip vizuální hierarchie, zbytečně nezatěžují uživatele, ale zároveň plní svou funkci. Nasazení individuálně uzpůsobeného stylu lze doporučit pouze při maximálním obezřetnosti a respektování kartografických pravidel. Vhodnější je šáhnout po některém z výchozích/doporučených předdefinovaných stylů renomovaných poskytovatelů dat. Nicméně ani tento krok nezaručuje vždy korektní kartografické ani uživatelské provedení, vždy je potřeba kriticky zvážit použití vyjadřovacích prostředků a vyvarovat se stylům s nevhodnými vyjadřovacími metodami či špatnou čitelností^{322,323}. Typickou variantou podkladových map jsou letecké či satelitní snímky, respektive ortofoto, u kterých je potřeba zvážit kontrast a vhodně přizpůsobit vyjadřovací metody tematického obsahu (okraj znaků a písma).

Specifikem podkladových map je absence legendy (v lepším případě její umístění pod odkazem, viz kapitola 6.2.3), proto je potřeba volit snadno a jednoznačně interpretovatelné vyjadřovací prostředky. Prohřeškem je přejímání podkladových vrstev z webových aplikací³²⁴ do mapových projektů určených pro analogové nebo statické výstupy. Stejně jako nejsou papírové topografické mapy v původní formě vhodné pro zobrazení na webu a je potřeba jejich optimalizace, tak i naopak **nelze podkladové webové mapy slepě přejímat pro tiskové výstupy**, nejčastěji obsahují nevhodně umístěný nebo nečitelný popis.

<!-- *Dlouhodobě a systematicky se problematice podkladových map věnuje blog Justinobeirne.com³²⁵. Konkrétně nabízí mj. srovnání podkladových map Google Maps a Apple Maps v třídílném příspěvku „Cartography comparison: Google and Apple maps“³²⁶ (Beirne, 2016) nebo podrobný vývoj kartografického zpracování Google Maps v čase v „The evolution of Google Maps’s cartographic design“³²⁷ (Beirne, 2020). Srovnání šestice nejpoužívanějších aplikací v českém prostředí pak popisuje Čížek (2020) v příspěvku „Google mapy, Seznam mapy, Apple mapy... Velké srovnání šesti internetových map. Kdo to dělá nejlépe?“³²⁸.*

Skopelita a Stamou (2019) porovnávají barevná schémata vybraných podkladových map v případové studii „Online Map Services: Contemporary Cartography or a New Cartographic Culture?“³²⁹.

-->

322 Nepříliš pozitivně je mezi českými uživateli přijímáno výchozí topografické provedení Google Maps

323 Typickým kartografickým prohřeškem je provedení metody liniových znaků pro silniční síť Mapy.cz. Zatímco komunikace nižších tříd jsou vyvedeny v odstínech žluté-oranžové, dálnice jsou aktuálně vyvedeny zeleně. Jedná se tedy o použití kvalitativní stupnice pro ordinální jev, z kartografického pohledu je korektní využít odstíny jedné barvy. Autoři Mapy.cz však argumentují reálným značením dálniční sítě zelenou barvou.

324 Např. styl Mapnik pro OSM, výchozí topografický styl Google Maps nebo Mapy.cz

325 <https://www.justinobeirne.com/>

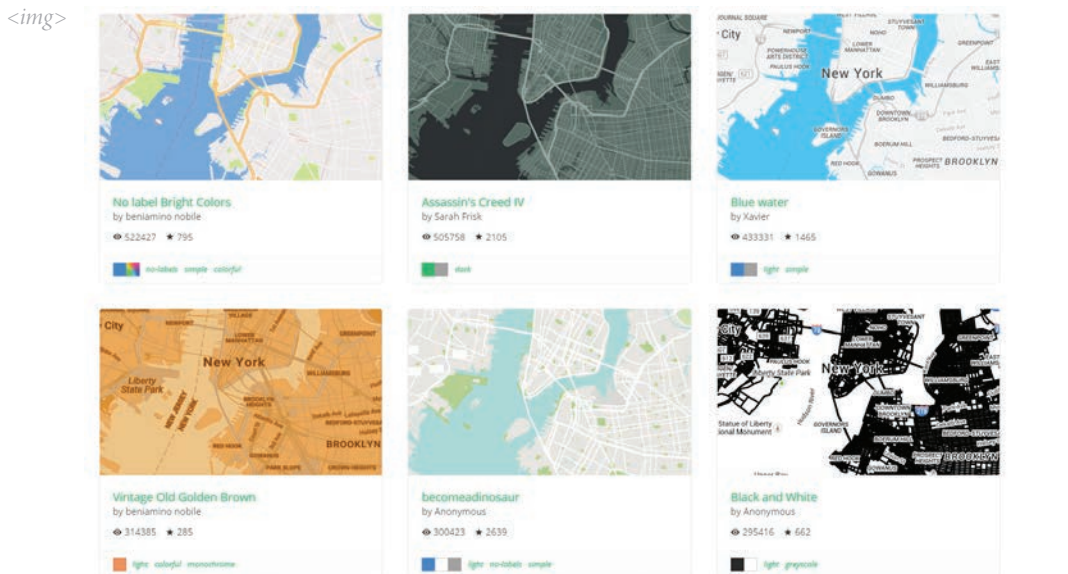
326 <https://www.justinobeirne.com/cartography-comparison>

327 <https://tinyurl.com/webkar17>

328 <https://www.justinobeirne.com/evolution-of-google-maps-cartographic-design>

329 <https://www.mdpi.com/2220-9964/8/5/215/htm>

<!-- Aplikace Snazzy Maps³³⁰ obsahuje několik tisíc grafických stylů podkladových map Google Maps včetně JSON parametrů pro vlastní implementaci, umožňuje jejich kategorizaci i vizuální porovnávání (Snazzy Maps, 2020). „ArcGIS Vector Tile Style Editor“³³¹ je nástroj pro přehled i editaci podkladových vrstev v prostředí Esri. -->



Obrázek 107: Vektorové dlaždice nabízejí možnost individuálního stylování podkladových map (zdroj: Snazzy Maps, 2020)

</>

<h3> 9.1.2 Tematické vrstvy

</h3>

Obsahem tematických vrstev (příp. překryvných vrstev; angl. operational layers) může být **jakýkoliv tematický obsah**. Jedná se o hlavní informační obsah celé mapové aplikace. Voženilek, Kaňok a kol. (2011) definují tematický obsah jako „*souhrn prvků obsahu mapy tvořící mapovanou tematiku nebo s ní úzce související. Tematický obsah je klíčovou částí obsahu tematické mapy*“. K dispozici je celé spektrum datových formátů i přístupů k nim, což je obsahem dalších kapitol. Tematický obsah musí být umístěn v legendě, a vhodně strukturován. Z technického pohledu vývoje mapové aplikace, se tematická vrstva může stát i vrstvou podkladovou. U tematických vrstev je potřeba vhodně volit kartografické vyjadřovací prostředky a metody (kapitoly 6.6 a 6.7), zvážit a adekvátně nastavit míru interaktivity se specifickými kompozičními prvky (kapitola 6.3). Zatímco mapová aplikace musí bezpodmínečně obsahovat minimálně jednu podkladovou mapu, počet tematických vrstev je libovolný, u projektů polohopisné, turisticky či navigačně zaměřených řešení se tematický obsah omezuje na minimum či se nevyskytuje vůbec. Pro nasazení tematických vrstev lze využít široké spektrum podporovaných formátů.

330 <https://snazzymaps.com/explore>

331 <https://developers.arcgis.com/vector-tile-style-editor/>

<h2> 9.2 Publikování dat </h2>

Proces publikování prostorových dat znamená transformaci a zpřístupnění vstupních (originálních) dat skrze architekturu klient-server tak, aby jiní uživatelé (klienti) mohli tato data konzumovat a využívat. Čerba a kol. (2016) metodiku pro publikování prostorových informací popisují jako „sadu postupů, které uživateli (subjektu publikujícímu prostorová data) poskytne návod, jak implementovat jednotlivé kroky (například volba licence, vazba na externí data, vhodný formát nebo tvorba identifikátorů), přičemž jsou zohledněna specifika prostorových dat (například velký rozsah dat, existence topologických vazeb nebo georeferencování)“. Vlastní proces publikování obstarávají konkrétní serverová řešení (kapitola 9.2.3), které publikují vstupní prostorová data uložená dvěma způsoby: jako souborové formáty nebo v prostorových databázích.

<!-- Porovnání vstupních formátů a databází podává kapitola „CV-03 - Vector Formats and Sources“³³² z encyklopedie GIS&T Body of Knowledge (Diamond, 2019). -->

<h3> 9.2.1 Souborové formáty dat (vstupní) </h3>

Nejjednodušším způsobem vstupních prostorových dat jsou souborové formáty. Jedná se o konvenční formáty v rastrové či vektorové podobě. Jejich publikace je poměrně snadná, při procesu publikace nedochází ke změně jejich struktury či formátu. Podrobný přehled formátů s popisem podává kapitola 10.3.2.

- Rastrové: TIFF, JPEG, PNG, GIF, WebP, PDF
- Vektorové: Shapefile, Geopackage, GeoJSON, TopoJSON, GML, KML, KMZ, GPX, osm, SVG, CSV
- Objektové: XML, RSS

<h3> 9.2.2 Prostorové databáze </h3>

Pokročilejší variantou sdílení prostorových dat jsou prostorové databáze (geodatabáze). Zatímco souborové formáty (ať už v hybridním nebo lokálním přístupu) umožňují pouhou vizualizaci dat, prostorově založené databáze jsou charakteristické plnou manipulací s daty ve smyslu **provádění prostorových operací nad geodaty**. Podle Kimpla (2010) je geodatabáze „*databáze navržená pro ukládání, dotazování a manipulaci s geografickou informací a prostorovými dat*“. Čepický a kol. (2019) uvádí, že „*v nich jsou uložena i prostorová data, respektive informace o objektech reálného světa reprezentované prostorovými daty*“. Výhodou prostorových databází je, že spolu s prostorovými daty jsou uloženy informace atributového, textového, obrazového či jiného charakteru. Protože prostorové databáze reprezentují jak metrické, tak i topologické vztahy příslušných objektů, jejichž struktura je podstatně složitější než struktura běžných vazeb v relačních databázích, mají i jiné specifické vlastnosti než konvenční atributové tabulky (Čepický a kol., 2019). Relační databázové systémy jsou v tomto případě nedostatečné a vznikají proto prostorová rozšíření konvenčních databází. Jedním ze specifíků je implementace prostorových indexů, které umožňují manipulaci, a především vyhledávání v geodatech. Publikace dat z prostorových databází je založena na sofistikovaných řešeních, které vyžadují výkonnou serverovou infrastrukturu a specializovaný software (kapitola 9.2.3).

332 <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/vector-formats-and-sources>

Esri geodatabáze (*.gdb) je výchozím formátem (nativní datovou strukturou) pro ukládání prostorových dat produktů Esri. Jedná se o proprietární formát, implementace mimo Esri řešení je omezená. Geodatabáze nahrazuje původní souborově-založený formát Shapefile. Esri využívá geodatabázového modelu³³³ založeném na objektově orientovaném modelu prostorových dat. Základem je koncepce vzájemně provázaných tabulek a s definovanými typy atributů nad kterými se lze dotazovat, vytvářet úpravy či analýzy pomocí jazyka SQL (Structured Query Language).

PostgreSQL je otevřený objektově-relační databázový systém. Rozšíření **PostGIS** slouží jako podpora pro geografické informační systémy a umožňuje pracovat s geografickými objekty, geometrickými datovými typy a funkce pro práci s nimi (včetně rastru). Je podporován prakticky všemi otevřenými softwary a serverovými řešeními (MapServer, GeoServer apod.).

Analogicky k PostgreSQL, je **SQLite** otevřená relační databáze, jejíž rozšíření **SpatialLite** přidává prostorové funkce včetně pokročilých prostorových operací. Taktéž podporována open source řešeními. Každá databáze je uložena v samostatném souboru (*.sqlite), který lze jednoduše kopírovat. Data ukládají za použití jednoduchého primárního klíče, používá hašovací techniky pro rychlý přístup k datům při vyhledávání. Není založená na architektuře klient-server, funguje jako samostatně spustitelný proces, s vlastním grafickým rozhraním.

MySQL je relační databázový systém, podporující všechny komerční i otevřené platformy. Jedná se o původně neprostorovou databázi, vhodnou pro vývoj konvenčních (neprostorových) webových aplikací. Aktuální verze již nativně umožňují práci s prostorovými daty, umožňují prostorové indexy³³⁴ a základní prostorové funkce³³⁵. MySQL je vhodná pro uložení prostorových dat v příslušném formátu (WKT, WKB), avšak z pohledu prostorových operací ji nelze srovnávat s výše uvedenými, pro složitější operace nad prostorovými daty je vhodnější sáhnout po alternativách.

Vzhledem k růstu požadavků na vysoký výkon databází, rychlost zpracování (real-time dotazování) a jejich rostoucí velikost, naráží přístup založený na relačních databázích a jazyku SQL na své limity. Alternativní koncept **NoSQL** (Not only SQL) nevyužívá tabulková schémata, umožňuje horizontální i vertikální škálovatelnost. Zástupci NoSQL databází podporující prostorová data jsou např. MongoDB či CouchDB. Bližší popis NoSQL databází podává Li (2018), Néték a Burian (2018) nebo Altaweel (2016).

</h3> 9.2.3 Serverová řešení

</h3>

Konkrétní serverové softwary jsou zodpovědné za zpracování vstupních dat (ze souborů nebo databází), jejich případnou transformaci a následnou publikaci dat, aby mohla být konzumována klientem a vizualizována. Čepický a kol. (2019) je souhrnně pojmenovávají jako serverový GIS (server GIS) a definují čtyři typy webových serverů³³⁶, pro správu a poskytování geografických dat:

- **Statické datové servery** – data jsou dostupná ve formě statických souborů (souborové formáty jako hybridní přístup)
- **Webové mapové servery** – poskytují dynamicky vykreslené „náhledy“ dat, nikoliv data samotná (webové mapové služby, např. WMS)

333 Detailně popis je dostupný na <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/the-architecture-of-a-geodatabase.htm>

334 <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/using-spatial-indexes.html>

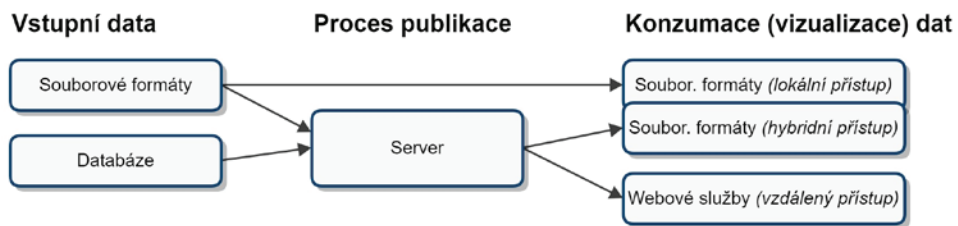
335 <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/spatial-analysis-functions.html>

336 <https://training.gismentors.eu/open-source-gis/server/index.html>

- **Webové dlaždicové servery** – poskytují statická data ve formě dlaždic (dlaždicové služby, např. WMTS)
- **Dynamické datové servery** – poskytující primární zdrojová data (webové objektové služby, např. WFS)

Pro publikaci webových služeb je vždy potřeba mapový server. Publikaci souborových formátů lze u podporovaných formátů (nejčastěji GeoJSON) obstarat i skrze mapový server, nicméně vzhledem k statickému charakteru souboru postačí pouhé umístění daného souboru na veřejně dostupný server (fyzický nebo virtuální server, konvenční webhosting, FTP server, datové nebo cloudové úložiště). Konkrétní mapové servery lze identifikovat jako:

- proprietární (ArcGIS Server, GeoMedia WebMap, Bentley Geo Web Publisher)
- otevřené (MapServer, GeoServer, Tiler GL, MapTiler Server, deegree, Mapbender, QGIS Server, ...)



Obrázek 108: Role mapového serveru při procesu publikování dat, v kontextu trojice odlišných přístupů k datům (zdroj: autor) </>

<!-- Porovnání serverových řešení umožňující publikování webových mapových služeb, včetně kvantifikace jejich nasazení, přináší příspěvek „What’s the most deployed geospatial server software?“³³⁷ (GeoSeer, 2020). -->

-->

ArcGIS Server je proprietární komerční serverové řešení ekosystému společnosti Esri. Jedná se o robustní a komplexní server s širokou škálou GIS služeb. Umožňuje publikovat mapové a datové služby podle standardů OGC (WMS, WFS, KML) nebo rozhraní REST a SOAP (nativní webové služby Esri), umožňuje poskytovat vlastní služby pro geoprocessing, geokódování, editaci dat, síťové analýzy apod. ArcGIS Server je dostupný ve třech edicích (Basic, Standard a Advanced) a je možné jeho funkcionalitu dále rozšiřovat o extenze (Spatial Analyst, Network Analyst a další). Podle Vodňanské (2016) „ArcGIS Server je díky svým možnostem spolupráce s relačními databázovými systémy typu MS SQL Server a Oracle rovněž schopen zajistit úlohu centrálního úložiště geografických dat“.

MapServer³³⁸ je open source mutliplatformní řešení pro publikování prostorových dat a interaktivních mapových aplikací na webu. Jedná se o tradiční³³⁹, otevřenou a bezplatnou alternativu

337 https://www.geoseer.net/blog/?p=2020-06-04_geospatial_server_software

338 Dříve UMN MapServer. Formálně je potřeba odlišovat a nezaměňovat pojmy „MapServer“ identifikující konkrétní aplikaci (UMN MapServer) a obecný pojem „mapserver“ pro označení aplikačního serveru – jedné z částí tzv. trojvrstvé architektury. (Nétek a Burian, 2018)

339 MapServer vznikl na univerzitě v Minnesotě ve spolupráci s NASA již v 90. letech 20. století

k ArcGIS Serveru. Podporuje zobrazení stovek rastrových, vektorových a databázových formátů. Z kartografického hlediska umožňuje uplatnění pokročilých a složitých vyjadřovacích prostředků (např. šrafy, rastry, kombinace symbolů). V základním nastavení představuje MapServer tzv. CGI (Common Gateway Interface) program, který je připraven (neaktivní) na použitím webovém serveru. Jakmile je aplikaci předložen požadavek a dojde ke zpracování informací. Tento požadavek může také vrátit obrázky pro legendy, měřítko či referenční mapy. MapServer je charakteristický absencí uživatelského rozhraní, veškerá editace probíhá skrze zdrojový kód tzv. Map File. Jedná se o strukturovaný textový konfigurační soubor (*.map), definuje veškeré parametry mapy, dat a vrstev, vyjadřovacích metod a kartografických zobrazení.

GeoServer je populární mapový server, vzniknuvší jako alternativa v reakci na těžkopádný vývoj MapServeru, jenž je schopný publikovat prostorová data podle specifikací OGC (WMS, WFS, WMTS, WCS). Lze jej rozšířit o další funkcionalitu pomocí zásuvných modulů (WPS, CSW) či mapové cache. Hlavními výhodami oproti MapServeru je příjemné uživatelské rozhraní pro konfiguraci a správu serveru (díky čemuž je snáze přístupný pro koncové uživatele) a kvalitní uživatelská podpora (tutoriály, manuály, dokumentace, aktualizace).

Dle studie GeoSeer (2020) je ArcGIS Server majoritně nasazované serverové řešení napříč celým trhem (53,7 %), následované dvojicí open source GeoServer (18,79 %) a MapServer (10,6 %). Zbývající necelých 20 % trhu pokrývají méně nasazovaná (deegree, Mapbender, Mapmint, QGIS Server apod.) nebo nová (MapTiler Server) řešení.

<h2> 9.3 Konzumace dat </h2>

</h2>

Tradiční přístup práce s daty v oblasti GIS má stále mnoho omezení, zejména v možnostech sdílení a ukládání dat či programů, které uživatel musí mít „fyzicky“ uložené ve vlastním počítači. „Trendem v oblastech webových řešení je sdílení a distribuce dat, programů i aplikací online“ (Nétek, 2015). Na základě definování obecných přístupů k datům (lokální, vzdálený, hybridní) podává tato kapitola popis, základní charakteristiky a uplatnění konkrétních formátů vhodných pro konzumaci a vizualizaci dat v oblasti webové kartografie.

<h3> 9.3.1 Přístupy k datům </h3>

</h3>

 Pro přenos a konzumaci prostorových dat prostřednictvím WWW a následnou vizualizaci lze uplatnit trojici odlišných přístupů k datům: lokální, vzdálený a hybridní.

Historicky starší přístup je založený na **lokálním ukládání dat**. V případě serverového řešení jsou data umístěna na totožném (vlastním) serveru jako aplikace, v případě intranetové nebo lokální aplikace jsou uložena v přímém dosahu (lokální síť, na disku). Nejčastěji lokální přístup využívá souborové formáty dat – nabízí se např. TIFF, Shapefile, GeoJSON, GML, mbtiles apod. (jejich kompletní přehled a podrobnější charakteristiky podává kapitola 9.2). Z pohledu aktualizace dat a sdílení mezi více uživateli není lokální uložení souborů efektivní. Distribuce aktualizované verze vyžaduje doručení ke všem uživatelům, což vyžaduje šíření skrze externí médium (fyzická média CD/DVD/USB či online datová úložiště) a z toho pramenící logistické i bezpečnostní nedostatky (možnost zneužití, GDPR), především je potřeba zohlednit časovou prodlevu od okamžiku

publikace skrze zpracování aktualizace na straně klienta až po vizualizaci³⁴⁰. Proto jej lze až na výjimky (viz dále) považovat za překonaný, bývá nahrazen ukládáním dat do prostorové databáze následným publikováním vzdáleným nebo hybridním přístupem. To eliminuje výše popsané nedostatky uložením na jednotné/centrální úložiště (databázi). Nicméně i při lokálním přístupu k databázi jsou data uložena na stejném serveru a je proto vyžadováno přímé spojení. Specifickou variantou lokálního přístupu mohou být webové služby k nimž je přistupováno lokálně (např. pro intranetové nebo off-line řešení) nebo cloudová mapová řešení, nabízející datové sady z vlastního úložiště.

Modernější řešení využívá **vzdáleného přístupu**, vycházející z principu SOA. V tomto případě jsou data uložena na vzdáleném (cizím) serveru, který je dostupný skrze podporovaný protokol v síti internetu. Příkladem implementace vzdáleného přístupu je konzumace dat prostřednictvím webové mapové služby (viz kapitola 9.3.3) nebo prostorové databáze dostupné online (viz kapitola 9.2.2). Zásadní charakteristikou je centrální správa dat, umožňující časově, finančně, logisticky, organizačně i technicky efektivnější správu dat. Vzdálený přístup vyžaduje odpovídající softwarové i hardwarové řešení, pokročilou serverovou infrastrukturu. I přes nesporné výhody vzdáleného přístupu, může nastat řada situací zabraňující nebo přímo zakazující jejich využití. Do omezení, která vylučují použití webových služeb, lze zahrnout (převzato z Néték, 2015):

- Technická omezení – formát, struktura či kódování dat znemožňující jejich publikování prostřednictvím internetu. Do této skupiny se nezahrnuje velikost dat, která v tomto případě nehraje roli. Zpravidla se jedná o nestandardní formát dat či nepodporované kódování.
- Legislativní omezení – vládní či evropská nařízení výslovně zakazují publikování dat prostřednictvím internetu či produktů třetí strany
- Bezpečnostní omezení – chráněné datové zdroje různé úrovně, data zašifrovaná či data podléhající utajení (armáda, policie, krizový management apod.)
- Subjektivní – Individuální názory a přezítka. Frank, Raubal a kol. (2000) je vystihují následovně: „Organizace obvykle (chybně) věří, že vlastnění dat jim dává moc a nerozumí tomu, že v dnešním konkurenčním, ale kooperujícím světě přináší sdílení informací výhody všem zúčastněným partnerům. Technické prostředky dnes umožňují řešit všechny otázky sdílení dat – jsou-li odsouhlasena jasná pravidla, může být vytvořeno technické řešení, které je obvykle založené na standardních komponentách“.

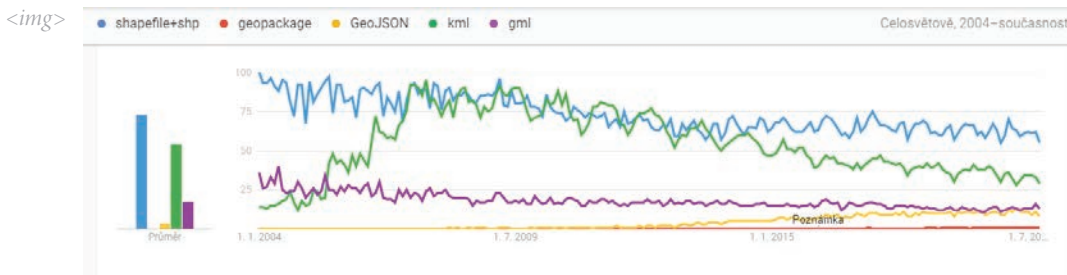
V případě technických, legislativních či bezpečnostních omezení webových služeb se jako typická alternativa nabízí využití lokálního uložení souborů. Takový přístup popírá výhody centralizovaného sdílení dat, efektivnějším řešením je proto **hybridní přístup** (Néték, 2015). Jedná se o kombinaci tradičního souborového formátu uložení dat a vzdáleného přístupu. Rozdílem je online přístup skrze protokol HTTP(S) zadáním specifické URL. Centrální přístup vycházející z principu webových služeb, umožňuje jejich efektivnější správu a aktualizaci, je třeba mít na paměti, že vzhledem k jejich datové povaze nelze hovořit o webových službách v pravém slova smyslu, jedná se stále o souborové formáty. Využití lze především „web-friendly“ vektorových formátů KML, GML, SVG, GeoJSON, TopoJSON, Geopackage příp. JPG a TIFF. Hybridní přístup není vhodný pro Shapefile. Z infrastrukturního pohledu toto řešení vyžaduje minimální nároky – lze použít konvenční webhosting, FTP server, datová nebo cloudová úložiště (např. GitHub) či publikování zmíněných formátů skrze mapový server (ArcGIS Server, MapServer, GeoServer apod.).

340 Při zaslání poštou na fyzickém médiu může být doba distribuce v řádu dnů-týdnů

</h3> 9.3.2 Souborové formáty dat (výstupní) </h3>

<!-- Kompletní seznam stovek formátů (bez ohledu na uplatnění ve webovém, serverovém nebo desktopovém prostředí) podporující ukládání prostorových dat (včetně jejich popisu, technických charakteristik a ukázek) je k dispozici v databázi „List of All Supported Formats“³⁴¹.

Popis rastrových a vektorových formátů v kontextu webové kartografie přináší kapitoly „CV-20 - Raster Formats and Sources“³⁴² (Williams, 2019) a „CV-03 - Vector Formats and Sources“³⁴³ (Diamond, 2019) z encyklopedie GIS&T Body of Knowledge. -->



Obrázek 109: Srovnání vyhledávání vybraných formátů ve vyhledávači Google (zdroj: Google Trends, 2020) </>

TIFF, GeoTIFF (Tagged Image File Format)

- Přípona: *.tiff
- Typ: rastrový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ne
- Charakteristiky: bezztrátová komprese, větší velikost, metadata rozšíření GeoTIFF umožňují georeferencování, podporuje vícepásmové kombinace
- Uplatnění³⁴⁴: podkladové mapy, tiskové výstupy
- Poznámky: GeoTIFF je standardem OGC; hojně rozšířený formát pro přenos (obzvláště nekomprimovaných) rastrových dokumentů typicky pro tisk, alternativou pro GeoTIFF je použití formátu TIFF se souborem World file

JPEG (Joint Photographics Experts Group)

- Přípona: *.jpg, *.jpeg
- Typ: rastrový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ano
- Charakteristiky: široká podpora, ztrátová komprese, nepodporuje alfa kanál (průhlednost), 24bitový formát
- Uplatnění: podkladové mapy, multimediální obsah (fotografie), tiskové výstupy

341 <https://tinyurl.com/webkar18>

342 <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/raster-formats-and-sources>

343 <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/vector-formats-and-sources>

344 Uplatnění v oblasti webové kartografie

- Poznámky: jeden z nejrozšířenějších rastrových formátů vůbec, není vhodný pro výstupy s originálně vektorovou grafikou

PNG (Portable Network Graphics)

- Přípona: *.png
- Typ: rastrový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ano
- Charakteristiky: podporuje průhlednost, široká podpora, bezztrátová komprese, 32bitový formát
- Uplatnění: podkladové mapy, bodové znaky, příp. multimediální obsah (fotografie);
- Poznámky: oficiálně podporovaný formát pro bitmapovou grafiku na internetu

GIF (Graphics Interchange Format)

- Přípona: *.gif
- Typ: rastrový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ano
- Charakteristiky: podporuje animace a částečně průhlednost, široká podpora, bezztrátová komprese, 8bitová grafika
- Uplatnění: animované symboly a bodové znaky
- Poznámky: velmi populární pro animace

WebP

- Přípona: *.webp
- Typ: rastrový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ano
- Charakteristiky: ztrátový i bezztrátový, podporuje animaci i průhlednost (alfa kanál), není zatím nativně podporován všemi prohlížeči
- Uplatnění: podkladové mapy
- Poznámky: formát optimalizovaný pro zobrazení rastrové grafiky na webu, vyvinutý společností Google³⁴⁵

PDF, Geospatial PDF (Portable Document Format)

- Přípona: *.pdf
- Typ: rastrový i vektorový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ano
- Charakteristiky: ztrátový i bezztrátový, univerzální formát pro přenos dokumentů, podporuje průhlednost
- Uplatnění: multimediální obsah (dokumenty) formou odkazů/příloh, tiskové výstupy, rozšíření Geospatial PDF umožňuje georeferencování snímků (omezená podpora)
- Poznámky: PDF jako jediný formát umožňuje ukládat rastrovou i vektorovou grafiku, fonty, 3D grafiku

345 V porovnání s JPG nebo PNG o ca 25 % menší velikost při zachování stejné kvality obrazu

GeoPackage

- Přípona: *.gpkg
- Typ: rastrový i vektorový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ne
- Charakteristiky: otevřený platformě nezávislý formát, postavený na souborové databázi a knihovně SQLite; podporuje rastrová i vektorová data
- Uplatnění: univerzální, podkladové mapy i tematické vrstvy
- Poznámky: standard OGC; vznikl jako náhrada za Shapefile, libovolný CRS

Mbtiles

- Přípona: *.mbtiles
- Typ: rastrový i vektorový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ne
- Charakteristiky: formát rastrových i vektorových dlaždic, obsahuje „zabalenu“ strukturu a jednotlivé dlaždice, využívá specifikace SQLite
- Uplatnění: podkladové mapy (rastrové i vektorové dlaždice)

GeoJSON (Geographic JavaScript Object Notation)

- Přípona: *.geojson, *.json, *.js
- Typ: vektorový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ne
- Charakteristiky: nezávislý a univerzální formát; strojově i člověkem čitelný zápis; podporovaný většinou desktopových i webových řešení; pro editaci lze využít desktopový GIS, webové řešení i libovolný textový editor; umožňuje ukládání různých prostorových dat (bod, linie, polygon, multibod, multilinie, multipolygon) do jediného souboru
- Uplatnění: tematické vrstvy (podporovaný a preferovaný většinou mapových knihoven), není vhodný pro extrémně velká data
- Poznámky: vychází z obecného formátu JSON (JavaScript Object Notation);

TopoJSON (Topology JavaScript Object Notation)

- Přípona: *.topojson
- Typ: vektorový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ne
- Charakteristiky: podporuje topologii, menší velikost (eliminace redundance dat a ukládání geometrie do stejného souboru s topologií.)
- Uplatnění: tematické vrstvy, důraz na velikost souboru
- Poznámky: rozšiřuje GeoJSON o topologii

XML (Extensible Markup Language)

- Přípona: *.xml
- Typ: vektorový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ne (pouze zdrojový kód)
- Charakteristiky: univerzální značkovací jazyk; vhodný pro strojové zpracování

a výměnu dat; standard W3C; umožňuje ukládání různých prostorových dat do jediného souboru; XML schéma umožňuje validaci dat

- Uplatnění: na XML jsou založeny formáty GML, KML/KMZ, GPX, osm, RSS, SVG

GML (Geography Markup Language)

- Přípona: *.gml, *.xml
- Typ: vektorový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ne
- Charakteristiky: otevřený formát pro přenos vektorových dat; založený na XML;
- Uplatnění: univerzální formát pro data s komplikovanější strukturou, v praxi nepraktický (Čepický a kol., 2019)
- Poznámky: standard OGC; standard ISO; preferovaný direktivou INSPIRE

KML, KMZ (Keyhole Markup Language)

- Přípona: *.kml, *.kmz
- Typ: vektorový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ne
- Charakteristiky: nativní formát Google Earth; založený na XML; podporuje pouze WGS84; umožňuje stylování přímo v souboru; interní cache Google zrychluje načtení, avšak neumožňuje aktualizaci v reálném čase
- Uplatnění: tematické vrstvy v Google Maps a Google Earth, jinak spíše jako alternativní formát
- Poznámky: standard OGC³⁴⁶; KMZ je komprimovaná varianta KML; původně vyvinut firmou Keyhole³⁴⁷

GPX (GPS eXchange Format)

- Přípona: *.gpx
- Typ: vektorový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ne
- Charakteristiky: formát pro ukládání dat z GPS přijímačů; nativně podporuje ukládání parametru nadmořské výšky
- Uplatnění: vstupní data z GPS, pro další využití je vhodná konverze do jiného formátu a zpracování dat
- Poznámky: existují dvě verze GPX, které nejsou vzájemně kompatibilní

osm (OpenStreetMap)

- Přípona: *.osm
- Typ: vektorový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ne

³⁴⁶ Čepický a kol. (2019) uvádí, že „formát KML bych vnucen OGC z pozice tržní síly. V současnosti je od tohoto formátu (pozn autora: mimo ekosystém Google) postupně upouštěno. Jedná se o příklad nezdravé adaptace standardu, protlačeného firmou, bez větší technické diskuse.“

³⁴⁷ Kterou posléze odkoupila společnost Google

- Charakteristiky: formát pro přenos a export dat projektu OpenStreetMap; založený na XML; nepodporuje kartografická zobrazení
- Uplatnění: vstupní data pro další použití, pro uplatnění mimo OSM vyžaduje konverzi do jiného formátu a zpracování dat

RSS, GeoRSS (Rich Site Summary)

- Přípona: *.rss
- Typ: vektorový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: pouze hodnoty (zdrojový kód)
- Charakteristiky: založený na XML, GeoRSS je prostorovým rozšířením RSS
- Uplatnění: geotagging (prostorová lokalizace zpráv, fotografií, příspěvků blogů) jinak v praxi omezené
- Poznámky: GeoRSS je standardem OGC;

SVG (Scalable Vector Graphics)

- Přípona: *.svg, *.svgz
- Typ: vektorový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ano
- Charakteristiky: velmi rozšířený univerzální formát pro vykreslení vektorové grafiky na webu; založený na XML; nezávislost na platformě; možnost stylování; nízká velikost, strojově i člověkem čitelný zápis; možnost editace v grafickém programu i textovém editoru
- Uplatnění: jakékoliv (nekartografické) grafické prvky³⁴⁸, v omezené míře topografické či tematické vektorové prvky, podle Aisch (2017) „*SVG jako formát vektorových geodat překovává TopoJSON*“
- Poznámky: nativně podporován webovými prohlížeči; standard W3C

WKT (Well-Known Text)

- Přípona: *.wkt
- Typ: vektorový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ne (pouze zdrojový kód)
- Charakteristiky: univerzální textový formát pro výměnu geodat; velmi jednoduchá syntaxe³⁴⁹; strojově i člověkem čitelný zápis;
- Uplatnění: tematické vrstvy, specifikace referenčních systémů (WKT umožňuje zápis vektorové geometrie geografických objektů, prostorových referenčních systémů i transformačních parametrů mezi jednotlivými souřadnicovými systémy)
- Poznámky: WKT je podporován databázemi SQL, PostgreSQL (PostGIS), SQLite (Spatialite), Oracle, MS SQL Server. WKT je používán pro popis prostorového referenčního systému řadou GIS aplikací a knihoven³⁵⁰

348 Nejčastěji loga, ikony, grafy, multimédia, ...

349 Např: POINT(6 10) nebo POLYGON((1 1,5 1,5 5,1 5,1 1),(2 2, 3 2, 3 3, 2 3,2 2))

350 Např. Esri v projekčním souboru *.prj pro Shapefile

WKB (Well-Known Binary)

- Přípona: *.wkb
- Typ: vektorový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ne
- Charakteristiky: binární forma WKT
- Uplatnění: viz WKT
- Poznámky: viz WKT

CSV (Comma Separated Value)

- Přípona: *.csv
- Typ: vektorový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: pouze hodnoty (zdrojový kód)
- Charakteristiky: textový soubor s určeným oddělovačem³⁵¹; podporovaný v SQL databázích
- Uplatnění: výměna tabulkových (primárně atributových) dat
- Poznámky: snadný export tabulek z tabulkových editorů (Excel) i databází do CSV

Google Protobufs (PBF)

- Přípona: *.pbf
- Typ: vektorový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ne
- Charakteristiky: neutrální, platformě nezávislý, výměnný formát pro strukturovaná data vyvinutý Google; specifikace formátu vektorových dlaždic³⁵², umožňující konkrétní implementace
- Uplatnění: podkladové mapy (vektorové dlaždice)
- Poznámky: z PBF vychází formát mvt

mvt (Mapbox Vector Tile)

- Přípona: *.mvt
- Typ: vektorový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ne
- Charakteristiky: formát vektorových dlaždic; dlaždice jsou uspořádány podle schématu Google, zobrazení Web Mercator
- Uplatnění: podkladové mapy (vektorové dlaždice)
- Poznámky: původně vyvinutý společností Mapbox, nicméně schéma podporované i Esri; ukládá geometrie objektů s malým přesahem přes hranice dlaždice (Pavlíček, 2019)

FlatGeobuf

- Přípona: *.Fgb
- Typ: vektorový

351 Čárka, tabulátor, středník

352 Analogicky jako z XML odvozené implementace GML, KML atd.

- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ne
- Charakteristiky: otevřený, na standardech založený, platformě nezávislý formát orientovaný na výkon;
- Uplatnění: tematické vrstvy s důrazem většího rozsahu a/nebo s důrazem na výkon, alternativa WFS
- Poznámky: v době vydání publikace nový formát

SHP (Shapefile)

- Přípona: *.shp (respektive *.shp, *.shx, *.dbf, *.prj)
- Typ: vektorový
- Nativní zobrazení ve webovém prohlížeči: ne
- Charakteristiky: tradiční desktopový GIS formát, nevhodný pro oblast webové kartografie (viz dále), nepodporuje webové standardy; data jsou uložena ve 3–6 souborech
- Uplatnění: velmi omezené, vyžadující transformaci do jiného formátu nebo nasazení pluginů
- Poznámky: nevhodnosti využití Shapefile pro webovou kartografii se věnuje následující komentář

Shapefile, proprietární formát společnosti Esri, je v oblasti geografických informačních systémů historicky velmi rozšířen. Je ukázkou definice de-facto standardu, kdy jej podporují prakticky všechny geografické informační systémy. Postupem času se stal rozšířeným natolik, že jej musí³⁵³ podporovat i konkurenční softwarová řešení. Tato snaha se bohužel přenesla i do oblasti webové kartografie. Jelikož byl formát **Shapefile** vyvinut již v devadesátých letech minulého století, kdy webová řešení téměř neexistovala, **není z řady důvodů vhodný pro použití v oblasti webové kartografie** (Nétek, 2015):

- data jsou vždy uložena ve 3–6 souborech (*.shp, *.shx, *.dbf, *.prj, ...) ³⁵⁴
- každý soubor (resp. 3–6 souborů) umožňuje ukládat pouze jeden typ geometrie
- názvy atributů jsou omezeny pouze na deset znaků
- data neobsahují informaci o znakové sadě
- velikost souborů je maximálně 2 GB
- neumožňuje uložit stromovou strukturu dat
- nerespektuje webové standardy
- nulová podpora ze strany webových prohlížečů či webových mapových knihoven

Je potřeba zdůraznit, že Shapefile není sám o sobě formátem nekvalitním. V oblasti desktopového GIS má, respektive měl³⁵⁵ své opodstatnění. Zcela nevhodná je však snaha vývojářů aplikovat zastaralý, desktopově založený formát pro potřeby webové vizualizace. Jinými slovy, problém není ve formátu samotném, ale ve snaze uživatelů jej využít v oblasti, pro kterou není určen.

353 Jedná se o obrácený princip interoperability. Z marketingového hlediska shapefile ostatní nástroje podporovat musí, jinak by ztratili interoperabilitu s majoritním formátem a tím pádem určitou část zákazníků.

354 Technický popis podává <https://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>

355 Shapefile je postupně nahrazován ukládáním do geodatabáze, samotné Esri dnes preferuje geodatabázi

V odborných kruzích lze proto sledovat řadu nesouhlasných názorů³⁵⁶ a iniciativ propagující alternativní formáty.

<!-- Příspěvky „Switch from Shapefile“³⁵⁷ (Čepický, 2018) a „Why you should use GeoPackage instead of Shapefile“³⁵⁸ (Baier, 2018) podávají přehled alternativ. -->

S vizí univerzálního prostorového formátu na základě značkovacího jazyka XML přišlo konsorcium OGC v roce 2000, GML se však jako koncový formát výrazněji neprosadil. Na totožných principech vznikl formát KML, který se stal standardem OGC v roce 2008 a dosáhl popularity u laické veřejnosti jako nativní formát Google Earth. V odborné komunitě se z ryzích prostorových formátů (mimo webové služby) v poslední době nejvíce prosadil GeoJSON.

</h3> 9.3.3 Webové mapové služby

Webové služby obecně využívají vzdáleného přístupu k datům. Podstatou je architektura klient-server (viz kapitola 7.1), konkrétně využívají principu SOA (viz kapitola 7.3), kdy spolu komunikují dva stroje na základě standardizovaných protokolů, založených nejčastěji na jazyku XML. Klient volá vybranou službu zadáním specifické URL s požadovanými parametry, zpět od služby dostává odpověď formou požadovaného výstupu. Podle typu požadované služby prostředníkem v komunikaci určité serverové řešení (viz kapitola 9.2.3). Klientem/konzumentem webové služby může být webová mapová aplikace³⁵⁹, software či jiná webová služba. Díky dodržování standardizovaných rozhraní a protokolů, jsou webové služby ukázkou interoperability a nezávislosti na zvolené technologii či platformě.

V oblasti webové kartografie lze využít služeb univerzálních služeb a protokolů (WSDL, UDDI, REST, SOAP) nebo řadu specifických standardů vyvinutých a rozšiřovaných pod hlavičkou sdružení Open Geospatial Consortium (OGC). Publikování mapových služeb vyžaduje odpovídající infrastrukturu – dostatečné hardwarové parametry a specializovaný software. Univerzálního přístupu využívající ekosystém Esri publikuje webové služby skrze serverové řešení ArcGIS Server, pro publikování ostatních mapových služeb pod hlavičkou OGC lze využít taktéž ArcGIS Server nebo řady otevřených serverových produktů: GeoServer, MapServer, TileServer GL, MapTiler Server, deegree, Mapbender, QGIS Server aj.

Konkrétně se jedná o prostorově založené webové služby, **jejímž prostřednictvím lze přistupovat ke geografickým datům, prostorovým operacím i aplikacím bez nutnosti lokálního přístupu.**

V případě datově orientovaných standardů, uživatel reálně pracuje pouze s daty skrze službu, nikoli s originálními daty (Panda 2005). Základní přínosy webových služeb obecně jsou podle Nétka a Baluna (2014):

- uživatel může mít přístup k mapám z několika serverů a nemusí mít požadovaná data uložena na svém počítači či serveru,
- data jsou uložena a spravována na jednom místě,
- uživatel není závislý na žádné softwarové platformě a obvykle ani nepozná, jaký

356 Detailně se tomuto problému věnuje ve své práci Néték (2016)

357 <http://switchfromshapefile.org/>

358 <https://www.gis-blog.com/geopackage-vs-shapefile/>

359 Prakticky i pouhý webový prohlížeč, webovou službu WMS lze obdržet na základě URL definující všechny požadované parametry

- software je využíván na serveru, který mapové služby poskytuje,
- pro přístup a využití dat obvykle postačí jednoduchá aplikace na straně uživatele (tenký klient ve formě webového prohlížeče),
- uživatel má přístup pouze k výslednému obrazu sestavenému z původních dat, což může snižovat riziko zneužití a nedovoleného šíření originálních dat
- centrální správa dat na jednom místě zvyšuje efektivitu a rychlost při snížení finančních nákladů.

Univerzální webové služby

Základním principem webových služeb je získání metadat. Webová služba je popsána formátem WSDL (Web Services Description Language), který podává konzumentovi metadata a dostupné parametry ve formátu XML³⁶⁰ pro volání vlastní služby. WSDL využívá protokolu SOAP (Simple Object Access Protocol), což je obecný protokol pro komunikaci skrze protokol HTTP(S). V oblasti geoinformatiky se hojně využívá mapových služeb pomocí rozhraní REST (Representational State Transfer). Například služby produktů Esri (publikované prostřednictvím ArcGIS Serveru) jsou dostupné skrze rozhraní REST. V praxi se nejedná pouze o služby datového charakteru, ale i o služby geoprocessingové (analýzy terénu, viditelnosti, profilu).

<!-- Služby ČÚZK dostupné skrze rozhraní REST³⁶¹, podrobný návod služeb dostupných skrze rozhraní REST podává dokumentace ArcGIS REST API³⁶². -->

Mapové služby OGC

Taktéž u webových služeb OGC je primárním krokem získání metadat. Probíhá pomocí operace GetCapabilities (stejná pro všechny mapové služby OGC), která vrací informace o možnostech služby: podporovaných formátech, podporovaných souřadnicových systémech (CRS), rozsahu (bounding box) a dostupných vrstvách, resp. jejich identifikátorech (pojmenování). Na základě těchto informací je uživatel schopen zformulovat dotaz a požádat o jeho provedení formou služby. Primárním přínosem do oblasti prostorových informací je sdílení bezesových dat v prostředí internetu. Uživatelé prostřednictvím mapových aplikací mohou přijímat i sdílet mapy bez nutnosti přímého přístupu k originálním datům. Důležitým aspektem webových služeb je možnost tzv. kaskádování. Jedná se o situaci, kdy jedna služba přebírá prostorová data ze služby jiné. Tento princip umožňuje kombinování vrstev různých poskytovatelů a tvorbu nových odvozených dat (typicky tematických map) na principu mapové syntézy (Nétek, 2014).

360 WSDL metadatový zápis pro vrstvu Základní mapy ČR je dostupný na <http://ags.cuzk.cz/arcgis/services/zm/MapServer?wsdl>

361 <http://ags.cuzk.cz/arcgis/rest/services/>

362 <https://tinyurl.com/webkar19>


```
<img>
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<wms:Capabilities xmlns:wms="http://www.opengis.net/wms" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wms https://geoportal.cuzk.cz/wms_ORTOFOTO_PUB/schemas/capabilities_1_3_0.xsd" version="1.3.0">
  <Service>
    <Name>WMS</Name>
    <Title>Prohlížeč služba WMS - Ortofoto</Title>
    <Abstract>Prohlížeč služba WMS-ORTOFOTO je poskytována jako veřejná prohlížečská služba nad aktuálními daty produktu Ortofoto České republiky. Služba splňuje technické pokyny pro INSPIRE prohlížečskou službu v. 3.1 a zároveň splňuje standard OGC WMS 1.1.1, a 1.3.0.</Abstract>
    <Keywords>
      <KeywordList>
        <Keyword>
          </Keyword>
        </KeywordList>
      </Keywords>
    <OnlineResource xlink:href="https://geoportal.cuzk.cz"/>
    <ContactInformation>
      <ContactInformation>
        <AccessConstraints>https://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/Podminky.html</AccessConstraints>
        <MaxWidth>2560</MaxWidth>
        <MaxHeight>2048</MaxHeight>
      </ContactInformation>
    </Service>
    <Capabilities>
      <Requests>
        <GetCapabilities>
          </GetCapabilities>
        </Requests>
      <GetMap>
        <Formats>
          <Format>image/jpeg</Format>
          <Format>image/webp</Format>
          <Format>image/png</Format>
          <Format>image/png8</Format>
          <Format>image/png</Format>
        </Formats>
        <DCPType>
          </DCPType>
        </GetMap>
      </Capabilities>
    </ServiceInfo>
  </Capabilities>
</?xml>
</table>
```

Obrázek 110: Náhled na metadatový soubor GetCapabilities

<table> Tabulka 18: Nejčastěji využívané služby OGC v oblasti webové kartografie

WMS	Web Map Service	mapová služba (rastr)
WMTS	Web Map Tiled Service	mapová služba (rastr)
WFS	Web Feature Service	objektová služba (vektor)
WFS-T	Transactional Web Feature Service	objektová služba (vektor)
WPS	Web Processing Service	procesní služba
CSW	Web Catalog Service	rejstříková služba
WRS	Web Registry Service	rejstříková služba
WTS	Web Terrain Service	služba pro přístup k výškovým datům
WCTS	Web Coordinate Transformation Service	transformační služba
SLD	Styled Layer Descriptor	služba stylování dat
SE	Symbology Encoding	služba stylování dat

<!-- Kompletní a oficiální seznam standardizovaných služeb je dostupný na webové stránce OGC³⁶³, přehled nepoužívanějších služeb podává Tabulka 18. Seznam webových služeb poskytovaných ČÚZK je dostupný na Geoportálu ČÚZK³⁶⁴. -->

Nejvyužívanějším typem jsou služby mapové a objektové, umožňující vizualizaci rastrových (WMS, WMTS) respektive vektorových (WFS) geodat. **WMS (Web Map Service)** generuje obraz dat na základě požadavku klienta (rozsah, měřítko, obsah aktivních vrstev, vyjadřovací metody), který následně posílá mapu uživateli zpět ve formě rastrového obrazu. Tento rastrový obraz jen zachycuje data, které mohou být v databázi originálně rastrového, ale i vektorového původu. Při každém, byť minimálním, pohybu v mapovém poli, je zaslán nový dotaz na server a vygenerován nový výstup (Obrázek 111). Publikace WMS vyžaduje robustní infrastrukturu a vhodné technické řešení pro publikování dat (GeoServer, MapServer, ArcGIS for Server). Jedním z vedlejších

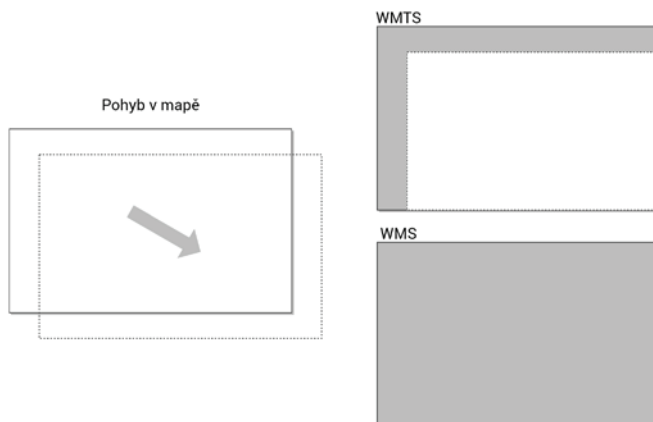
363 <https://www.ogc.org/docs/is>

364 <https://geoportal.cuzk.cz/> (v záložce Služby)

důvodů hovořící pro využití WMS na úkor jiných formátů dat, je bezproblémové zobrazení rastrů (šrafování). WMS umožňuje nastavení libovolných parametrů, v praxi lze dosáhnout totožného vyobrazení šrafy vůči analogové předloze či projektu v GIS, což u jiných formátů může být obtížné, neznídko i zcela nemožné (Nétek, 2015).

WMTS (Web Map Tiled Service) je dlaždicovou alternativou k WMS. Na straně serveru je již předpřipravená kompletní dlaždicová struktura dat (viz kapitola 9.1.1). Jedná se o princip výběru požadovaných souborů z již předchystaných geodat, nikoliv generování požadavků na straně serveru. Zvolený princip umožňuje jednak vyšší rychlost načítání, jednak asynchronní „dočítání“ pouze chybějící části mapy (Obrázek 111). Při každém pohybu mapy není třeba generovat nový výstup a překreslovat celé mapové pole, jako u WMS (Nétek, 2015).

Mapové služby WMS i WMTS nelze nijak editovat, jsou vhodné pro data rastrového původu a data stálejšího charakteru (letecké snímky, topografický podklad), u kterých se nepředpokládá častá aktualizace. WMTS z pohledu administrátora vyžaduje minimální technickou infrastrukturu, z pohledu uživatele je charakteristické rychlejším a plynulejším přístupem k datům.



Obrázek 111: Při pohybu v mapě (vlevo) služba WMTS dočítá pouze chybějící část dlaždic mapového pole, zatímco WMS načítá celý obraz mapové pole kompletně znovu (převzato z Nétek, 2015)

</>

Pro poskytování dat ve formě objektů vektorové grafiky byl přijat standard **WFS (Web Feature Service)**. Služba WFS umožňuje pouze vizualizaci vektorových dat. Rozšíření WFS-T (Transactional Web Feature Service) však podporuje editaci prostorové i atributové složky skrze službu. Prostřednictvím vhodného klienta podporující WFS-T lze editovat objekty přímo v uživatelském rozhraní, což umožňuje provádět aktualizaci originálních dat v reálném čase.

Univerzální schéma principu SOA je umožňuje uplatnit na mnohem širší oblast využití služeb: rejstříkové, stylovací, transformační, sensorové sítě, ontologii, služby pro přístup k výškovým datům či v neposlední řadě na procesní služby (operace). Přehled nepoužívanějších služeb v oblasti webové kartografie podává Tabulka 18. Například transformační služba WCTS (Web Coordinate Transformation Service) umožňuje transformaci souřadnic, respektive transformaci dat mezi různými souřadnicovými systémy. Procesní služby umožňují ve webovém rozhraní pracovat s geografickými daty a provádět nad nimi prostorové analýzy (např. buffer, clip, filtrování), síťové analýzy nebo úpravy prostorových dat. Konkrétní implementací procesní služby je WPS (Web Processing Service). I přes dosud omezené využití, lze předpokládat, že webové mapové aplikace

budou postupně implementovat více a více služeb na principu WPS, čímž se postupně vyrovnají funkcionalitě desktopových programů.

<!-- Případové studie popisující konkrétní nasazení webových mapových služeb podává publikace „Service-Oriented Mapping: Changing Paradigm in Map Production and Geoinformation Management“³⁶⁵ (Dollner a kol., 2018).

Konkrétní posloupnost kroků pro konzumaci vrstvy Ortofoto ČR (ČÚZK) skrze mapovou službu WMS³⁶⁶:

- 1) URL požadované služby lze zjistit pomocí katalogové služby, přímým zadáním nebo jiným způsobem od poskytovatele – v případě ČÚZK lze využít přehledný seznam vrstev dostupný z URL <https://geoportal.cuzk.cz/> (informace o produktu – lokalizace služby)
- 2) Získáme základ URL: https://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx
- 3) URL operace *GetCapabilities* lze zjistit analogicky jako v předcházejícím kroku, do URL je potřeba doplnit požadavek: *request=GetCapabilities*
- 4) Získáme URL pro *GetCapabilities*: https://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx?request=GetCapabilities&service=WMS
- 5) Zadáním URL s požadavkem *GetCapabilities* uživatel získá popis služby, metadata (název, klíčová slova, autor apod.) a především povinné i nepovinné parametry služby, v případě WMS: podporované formáty, podporované souřadnicové systémy (CRS), rozsah (bounding box) a dostupné vrstvy, respektive jejich identifikátorech (pojmenování v parametru <Name>)
- 6) Kombinací základu URL + operace *GetMap* + požadovaných parametrů lze specifikovat kompletní URL
- 7) Získáme URL pro *GetMap* s požadovanými parametry: http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx?service=WMS&request=GetMap&version=1.3.0&layers=GR_ORTFOTORGB&format=image/jpeg&width=800&height=800&bbox=50.5,14.0,50.8,14.3&crs=epsg:4326&styles=

-->

365 <https://www.springer.com/gp/book/9783319724331>

366 Uvedený postup popisuje jednotlivé kroky při manuální specifikaci URL (lze ověřit zadáváním URL do prohlížeče). Při použití mapového klienta (software) je tento postup automatizovaný, případné volby probíhají skrze grafické rozhraní.

Návod s bližším popisem k WMS, WMTS a WFS podává Čepický a kol. (2019), k dispozici z URL <https://training.gismentors.eu/open-source-gis/standardy/ogc/wms.html>, <https://training.gismentors.eu/open-source-gis/standardy/ogc/wmts.html>, <https://training.gismentors.eu/open-source-gis/standardy/ogc/wfs.html>

10 Softwarové aspekty (mapové knihovny)

Softwarový aspekt zohledňuje charakteristiky konkrétních mapových knihoven. Pojem software je použit v širším slova smyslu, nejedná se o programy instalované do operačního systému prohlížeče, ale o aplikace běžící v prostředí internetu, resp. webového prohlížeče. Zatímco na datové a softwarové aspekty je potřeba pohlížet odděleně (různé knihovny podporují vrstvy různých poskytovatelů a různé formáty, viz kapitola 9), **volba konkrétní mapové knihovny přímo ovlivňuje funkcionalitu** výsledného produktu. Procesy, služby, nástroje a operace, které daný mapový produkt poskytuje, jsou závislé na technologickém řešení mapové knihovny. V nejjednodušší formě softwarový aspekt řeší konzumaci a vizualizaci dat, v širším pohledu je třeba zohlednit i funkcionalitu.

V porovnání s desktopovým řešením (GIS software ve formě tzv. tlustého klienta³⁶⁷) je potřeba kriticky uznat, že spektrum nástrojů a operací dostupných online je znatelně menší. Standardně jsou implementovány spíše jednoduché nástroje (měření, geokódování, filtrování a vyhledávání), složitější a pokročilejší funkcionalita (např. síťové a prostorové analýzy, analýzy viditelnosti) je vázána pouze na vybrané knihovny. Důvodem je napojení na serverové služby (SOA), které jsou schopny pokročilejší operace vykonávat online. Do budoucna lze očekávat výrazné rozšíření procesních služeb, které by problém omezené funkcionality online řešení mohly znatelně rozšířit.

Podkapitola koncové produkty pouze vymezuje jejich roli v kontextu webové kartografie. Naopak následující podkapitoly jsou zaměřené na softwarový aspekt ve smyslu volby mapových knihoven, které výsledný produkt (v kombinaci s datovými, legislativními, technologickými a kartografickými aspekty) přímo vymezují. Vývojářům a tvůrcům je k dispozici široké spektrum knihoven s různými charakteristikami (otevřená vs. proprietární, komerční vs. bezplatná, založená na úpravě zdrojového kódu vs. grafickém rozhraní), obecně lze dostupná mapová řešení lze charakterizovat z hlediska otevřenosti jejich rozhraní do tří skupin: otevřená, API a cloudová. Otevřená řešení jsou bezplatná, avšak vyžadují úpravy

³⁶⁷ V případě tlustého klienta probíhají veškeré operace a výpočetní logika na straně konkrétního programu (ArcGIS Pro, QGIS apod.). Tento přístup vyžaduje vyšší výpočetní výkon na straně uživatele. Opakem je tenký klient, kdy výpočetní logika je zpracovávána mimo infrastrukturu uživatele, na straně serveru. Příkladem tenkého klienta jsou webové prohlížečky. Kombinací obou přístupů vzniká tzv. smart klient.

zdrojového kódu, cloudově orientovaná řešení jsou naopak (alespoň částečně) zpoplatněna, avšak využívají uživatelsky přívětivějšího grafického rozhraní. Každý přístup má své výhody a nevýhody, je potřeba vždy kriticky, důsledně a individuálně zvážit volbu mapové knihovny vůči požadavkům na funkcionalitu, výkonost i vyjadřovací prostředky.

Pro aplikace se standardními požadavky (především obvyklou funkcionalitou) lze vybírat mezi několika alternativami, které povedou ke srovnatelným výsledkům. Avšak při specifických požadavcích na vyjadřovací prostředky, nástroje či funkcionalitu je třeba vždy nejprve prioritizovat požadavky na mapový produkt. Volba konkrétní mapové knihovny by se měla vždy **odvíjet od požadavků s nejvyšší a/nebo specifickou prioritou** (např. pokročilé analýzy, procesní služby, editace dat, vizualizace v reálném čase, zpracování big data, 3D pohledy apod.). Naopak standardní funkcionalitu (např. přepínání vrstev, měření, geokódování) lze implementovat buď nativně nebo pomocí služeb či pluginů třetích stran, proto má nižší prioritu. Datový aspekt při volbě mapového řešení má zpravidla nejnižší důležitost, neboť tematické vrstvy lze transformovat do jiných (podporovaných) formátů bez větších omezení. Pro pokladové mapy lze zvolit alternativní formát nebo přímo jiný zdroj dat, případně data obstarat jinou cestou (zakoupením, vygenerování vlastních apod).

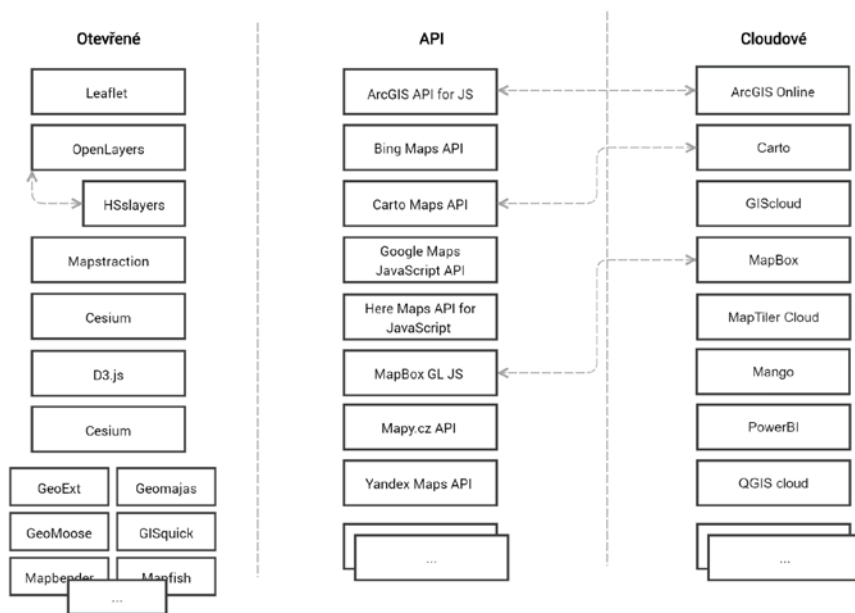
<table> **Tabulka 19: Parametry trojice přístupů k mapovým knihovnám**

	Otevřené	API	Cloudové
Zdrojový kód	Volně dostupný	Volně dostupný	Nedostupný
Možnost úprav	Neomezená	Téměř neomezená	Omezená
Limity	Pouze respektování licence	Licenční, výkonostní	Licenční, výkonostní, funkcionalita
Finanční aspekt	Bezplatné	V závislosti na licenci	Zpoplatněné
Předchystané nástroje, data, vyjadřovací prostředky	Ne	Částečně	Ano (plně)
Uživatelské rozhraní	Ne (zdrojový kód)	Ne (zdrojový kód)	Ano

</table>

<!-- Případovou studii zohledňující volbu mapové knihovny a vhodné datové sady předkládá Šulek (2018) v příspěvku „Jak se kreslí real-time volební mapy pro statisíce lidí“³⁶⁸. -->

-->



Obrázek 112: Kategorizace vybraných mapových knihoven (zdroj: autor)

</>

<h2> 10.1 Koncové produkty

</h2>

Koncovými produkty se mají na mysli mapové aplikace či portály určené pro koncové uživatele, ať už globální projekty cílené primárně na širokou veřejnost nebo specializované tematické aplikace pro odborníky v určité oblasti. Podle studií Balea (2020) nebo Similarweb (2020) lze mezi celosvětově nejpoužívanější produkty webové kartografie zařadit³⁶⁹: 2GIS, Apple Maps, Autonavi (Alibaba), Baidu Maps, Bing Maps, Google Maps, HERE WeGo, Mapbox, MapQuest, Mapy.cz, Naver Map, OpenStreetMap, WikiMapia, Yandex Maps. Tato publikace není zaměřená na uživatele koncových produktů, ale na fázi tvorby kartografických produktů. Proto zde koncovým produktům není věnováno více prostoru.

<!-- Autorský seznam více než 230 koncových produktů (mapových aplikací) je dostupný online na <https://tinyurl.com/webkar>. Žebříček globálně nejnavštěvovanějších mapových online produktů podává „Top Websites Ranking“³⁷⁰.

Publikace „Global Web Mapping Market Size, Status and Forecast 2019-2025“³⁷¹ popisuje a analyzuje trh mapových aplikací z několika komerčních pohledů.

-->

369 Řazeno abecedně

370 <https://www.similarweb.com/top-websites/category/reference-materials/maps/>

371 <https://www.marketresearchvision.com/reports/71967/Web-Mapping-Market>

<h2> 10.2 Otevřená řešení

</h2>

Prvním přístupem k mapovým knihovnám je free and open source (blíže kapitola 8.1). Jedná se o knihovny s otevřeným a dostupným zdrojovým kódem, v oblasti webové kartografie se aktuálně jedná o výhradně JavaScriptové knihovny, interpretované na straně klienta. Otevřený zdrojový kód umožňuje maximální uzpůsobení vlastním požadavkům, nejširší podporu datových formátů i dodatečné funkcionality, vše za minimální vstupní náklady s veškerými výhodami³⁷² a nevýhodami plynoucí z přístupu otevřené komunity. V době vydání této publikace je nejrozšířenější trojice knihoven Leaflet, OpenLayers a Mapbox GL JS. Posledně jmenovaná knihovna leží na hranici otevřených řešení i API, vzhledem k jistým charakteristikám³⁷³ je však zařazena do kategorie API.

OpenLayers (OL)³⁷⁴ je populární otevřená knihovna s robustní a komplexní strukturou, řadou nativních funkcí, podporující velké množství formátů dat a služeb (proprietárních i standardizovaných). Knihovna OpenLayers slouží jako výchozí mapová knihovna pro data OpenStreetMap. Podporuje GeoRSS, KML, GML, GeoJSON, WMS, WFS a další. Nad OpenLayers je vytvořeno mj. prostředí Hslayers-ng³⁷⁵, které rozšiřuje funkcionalitu OL o grafické rozhraní, správce vrstev, stylování vektorů aj.

Leaflet³⁷⁶ je přímá konkurence a alternativa k OpenLayers. Byla navržena s ohledem na jednoduchost a výkon, nativně podporující mobilní zařízení. Je určena spíše pro lehké a jednodušší aplikace. Rozšíření funkcionality je možné pomocí řady oficiálních pluginů. Leaflet nativně podporuje WMS, GeoJSON, vektory a mapové dlaždice, podporu dalších formátů zajišťují pluginy (KML, CSV, WKT, TopoJSON, GPX). Spolu s OpenLayers a Google Maps API se jedná o nejpoblárnější mapové knihovny jazyka JavaScript. Leaflet využívají renomované webové jako např. FourSquare, Pinterest či Flickr (Nétek a Burian, 2018). Leaflet Data Visualization Framework³⁷⁷ je nadstavba umožňující pokročilé a atraktivní vizualizace nad knihovnou Leaflet.

<!-- Vzhledem k podobnosti knihoven OpenLayers a Leaflet se nabízí jejich srovnání. Leaflet je jako celek menší (126.5 kB vs. 465 kB v minifikované verzi). OpenLayers defaultně nabízí více funkcionality (52 vs. 163 tříd; nativně podporuje např. WFS či jiné kartografické zobrazení než Web Mercator), zatímco Leaflet pro stejnou funkcionalitu vyžaduje pluginy. Báze kódu Leaflet je novější, pro začátečníky mírně snazší, využívá nejnovějších funkcí. Rozdílům se blíže se věnují příspěvky „Leaflet vs OpenLayers3“³⁷⁸ (Sanchez, 2020), „Map libraries comparison: Leaflet vs Mapbox GL vs OpenLayers – trends and statistics“³⁷⁹ (Geoapify, 2020) nebo „Leaflet vs OpenLayers. What to choose?“³⁸⁰ (Geoapify, 2019). -->

372 Vedle oficiálních návodů a tutoriálů, lze využít nespočet fór a diskuzí, s objektivními závěry. Např. autor knihovny Leaflet Vladimir Agafonkin (mourner) doporučuje pro jisté účely konkurenční OpenLayers (<https://news.ycombinator.com/item?id=21755950>).

373 Vyžadovaný API klíč, resp. access token; provázanost na cloudové řešení; označení knihovny jako API přímo poskytovatelem

374 <https://openlayers.org/>

375 <https://ng.hslayers.org/>

376 <https://leafletjs.com/>

377 <http://humangeo.github.io/leaflet-dvf/>

378 <https://ivansanchez.github.io/leaflet-vs-openlayers-slides>

379 <https://tinyurl.com/webkar20>

380 <https://www.geoapify.com/leaflet-vs-openlayers>

Mapstraction³⁸¹ je univerzální knihovna poskytující společné rozhraní pro mapové knihovny a API různých poskytovatelů. Navrženo bylo s cílem rychlého přechodu z jednoho řešení do druhého, i vzhledem k omezené podpoře a dokumentaci je vhodné po jednoduché prohlížečky. Podporuje rozhraní následujících poskytovatelů: Leaflet, OpenLayers, Google Maps API, MapQuest API, Yandex API

Flowmap.blue³⁸² umožňuje vizualizaci tzv. flow map, vizualizaci pohybu v mapách pomocí dynamických liniových znaků. Využívá mj. knihoven Mapbox a D3. Je charakteristický jednoduchým uživatelským rozhraním, jako vstupní data využívá Google Sheets – tabulek z prostředí Google Drive.

Kartograph³⁸³ je jednoduchá a lehká mapová knihovna, orientovaná na jednoduché mapové výstupy formou SVG. K dispozici pro jazyky JavaScript a Python. Od roku 2017 není projekt dále udržován a aktualizován, z důvodu lepších vlastností formátu TopoJSON než SVG pro vektorová geodata a širší uplatnění knihovny D3³⁸⁴ (Aisch, 2017).

Cesium³⁸⁵ je knihovna pro tvorbu 3D (virtuálních) glóbů a map, vyvinutá s ohledem na výkon a pokročilé možnosti vizualizace. Umožňuje 3D zobrazení statistických i dynamických geodat v prostředí prohlížeče pomocí WebGL, tj. bez nutnosti pluginů či jiných doplňků. Na trhu momentálně ve své oblasti nemá konkurenci.

Mapzen Tangram³⁸⁶ je knihovna orientovaná na 3D vizualizaci vektorových prostorových dat s důrazem na grafické efekty (animace, stínování, stylování) a interaktivitu, využívá OpenGL.

Knihovna D3.js³⁸⁷ (nebo jen D3) je určena pro vytváření prostorových i neprostorových dynamických interaktivních vizualizací. I když je orientována primárně na nemapové výstupy (tabulky, schémata, grafy), jedná se o velmi silný nástroj vybraných metod kartografické vizualizace, s důrazem na vizuální složku. Pracuje na principu vektorových dat (SVG).

Vedle uvedených knihoven existují desítky dalších alternativ. Některé projekty, vzniknuvší původně jako klientské nadstavby nad MapServer, jsou dnes dostupné stále dostupné. Ve větší či menší míře udržované mapové knihovny jsou dostupné pod hlavičkou OSGeo³⁸⁸ (GeoExt, Geomajas, GeoMoose, GeoNode, Gisquick, Mapbender, mapfish, MapGuide Open Source).

</h2> 10.3 API

</h2>

API označuje rozhraní pro programování aplikací, blíže představeno je v kontextu otevřených a proprietárních řešení v kapitole 8.1 Umožňuje na základě přesně stanovených pravidel využívat předchystaných nástrojů, knihoven, služeb či dat. Oproti otevřenému řešení nabízí API uživateli soubor již fungujících nástrojů, funkcí či datových vrstev, které může kombinovat. Díky API je velmi snadné získat přístup mimojiné k mapovým vrstvám a ty využívat v jiných mapových

381 <http://mapstraction.com/>

382 <https://flowmap.blue/>

383 <https://kartograph.org/>

384 <https://github.com/kartograph/kartograph.js/blob/master/readme.md>

385 <https://cesium.com/>

386 <https://www.mapzen.com/products/tangram/>

387 <https://d3js.org/>

388 řehled OSGeo produktů je dostupný z <https://www.osgeo.org/projects/>

knihovnách. **Hranici mezi API a open source nelze přesně stanovit, částečně se překrývají. Vedle připraveného rozhraní je zásadním rozdílem nutné respektování licenčních podmínek poskytovatele API, které může uživateli stanovit limity** (např. pro počet maximálního zobrazení či rozsahu dat) a využívání API zpoplatnit na základě business modelu rodičovského projektu.

Roth (2014) definuje komerční API se vztahem ke službám komerčního charakteru a open source API bez přímého vztahu k rodičovské službě. V praxi se setkáváme s plně zpoplatněným (např. Google Maps API), částečně zpoplatněným (např. Mapbox API, MapQuest API), kombinovaným (např. Mapbox GL JS) nebo bezplatným (např. Mapy.cz API, WikiMapia API) business modelem. Plně i částečně zpoplatněný model vychází z principu pay-as-you-go, faktorem ovlivňující výši platby je nejčastěji počet zobrazení nebo načtení mapy. Kombinovaný business model odlišuje datový a softwarový aspekt – mapové API ve smyslu samotné zobrazovací knihovny je dostupné zdarma, avšak za určité limity zobrazených podkladových vrstev daného poskytovatele API jsou účtovány poplatky. Konkrétní příklady popisují případové studie v kapitole 8.3. Stejně jako u otevřených řešení i API knihovny využívají jazyku JavaScript. Seznam nepoužívanějších mapových API přináší Tabulka 20:

<table> Tabulka 20: Mapové API vybraných poskytovatelů

AnyChart (AnyMaps)	https://docs.anychart.com/Maps/
ArcGIS API for JS	https://developers.arcgis.com/javascript/
Azure Maps	https://docs.microsoft.com/cs-cz/azure/azure-maps/
Baidu Maps API	https://lbsyun.baidu.com/
Bing Maps API	https://docs.microsoft.com/en-us/bingmaps/getting-started/
CARTO Maps API	https://carto.com/developers/maps-api/
DataWrapper	https://www.datawrapper.de/maps/
Google Maps JavaScript API	https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/overview
Here Maps API for JavaScript	https://developer.here.com/develop/javascript-api
Mapbox GL JS	https://docs.mapbox.com/mapbox-gl-js/api/
MapQuest API	https://developer.mapquest.com/
Mapy.cz API	https://api.mapy.cz/
OpenStreetMap API	https://wiki.openstreetmap.org/wiki/API
TomTom Maps API	https://developer.tomtom.com/products/maps-api
Wikimapia API	http://wikimapia.org/api/
Yandex Maps API	https://yandex.com/dev/maps/

</table>

<!-- Podrobné zamyšlení nad oblastí GIS API (tj. desktopových i webových) přináší Chow a Yuan (2019) v kapitole „PD-19 - GIS APIs“³⁸⁹ encyklopedie GIS&T Body of Knowledge.

Kompletní návod pro nastavení a nasazení Google Maps API, včetně generování API kódu vázaného na platební kartu předkládá Grochál (2018) v „Ultimate guide to Google Maps“³⁹⁰.

-->

389 <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/gis-apis>

390 <https://tinyurl.com/webkar21>

<!-- Přehled a zhodnocení API vybraných poskytovatelů přináší kapitola „CV-15 - Web Mapping“³⁹¹ (Sack, 2017) z encyklopedie GIS&T Body of Knowledge, příspěvek „The Top 10 Mapping & Maps APIs“³⁹² (RapidAPI, 2020) nebo článek „Evaluating mapping APIs“ (Peterson, 2015). -->

Zvláštní postavení v oblasti API zauímají některé globální společnosti (Google, Mapbox, Here, Bing, TomTom), které poskytují více API pro různé své služby. Jedná se o dominantní hráče na trhu, které vzhledem k širokému portfoliu služeb nejsou omezeni jen na vizualizaci, mapové API je jen jednou z několika poskytovaných API služeb. Google Maps³⁹³ poskytuje celou řadu API rozhraní bez závislosti na interaktivních mapách (StreetView, Static Maps, geokódování apod.). Mapbox³⁹⁴, Here³⁹⁵, Bing³⁹⁶ nebo TomTom³⁹⁷ poskytují vedle mapových API dále služby pro navigaci a geokódování. V neposlední řadě existují API, které nejsou vázány primárně na mapové projekty, avšak pracují s prostorovými daty, nejčastěji se jedná o geokódovací služby:

<table> **Tabulka 21: Nemapové API vybraných poskytovatelů**

Název projektu/API	Služba	URL
Geoapify	Geokódování	https://www.geoapify.com/
Geonames API	Geokódování	http://www.geonames.org/
Foursquare	Lokalizace	https://developer.foursquare.com/
LocationIQ	Geokódování	https://locationiq.com/
Mappillary	Snímky ulice	https://www.mapillary.com/
OpenCage Geocoding API	Geokódování	https://opencagedata.com/
TransportAPI	Doprava	https://www.transportapi.com/
Twitter API	Lokalizace tweetů	https://developer.twitter.com/en/docs

</table>

<h2> 10.4 Cloudová řešení

</h2>

Cloudová řešení v oblasti webové kartografie (angl. cloud GIS³⁹⁸) představují nejpokročilejší stupeň rozhraní mapových knihoven. Jedná se o uplatnění paradigma cloud computingu (blíže kapitola 7.4) nad prostorovými daty a operacemi. Tento přístup přináší přístup k prostorovým datovým sadám, geoinformatickým a kartografickým nástrojům a operacím, umožňující vytvářet výstupy a produkty webové kartografie skrze uživatelské rozhraní v prostředí internetu. Zásadním odlišením od předcházejících přístupů je kompletní

391 <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/web-mapping>

392 <https://rapidapi.com/blog/top-map-apis/>

393 Places API, Geocoding API, Direction API, Location API, StreetView API, Static Maps API; více na <https://cloud.google.com/maps-platform/products>

394 Navigation service a Search service; více na <https://docs.mapbox.com/api/>

395 Geocoding & Search, Routing, Traffic API; více z URL <https://developer.here.com/documentation>

396 Geocoding, Routing, Traffic, 3D city; více na <https://docs.microsoft.com/en-us/bingmaps/>

397 Direction, Places, Traffic; více na <https://developer.tomtom.com/>

398 Nezaměňovat pojmy „cloud GIS“ jako český ekvivalent pojmenování cloudový GIS a „GIS cloud“ jako konkrétní produkt/značku

uživatelsky příjemné rozhraní, není vyžadována (fakticky ani není umožněna) jakákoliv editace zdrojového kódu. Na druhou stranu cloudová řešení zcela jasně stanovují limity kartografické vizualizace (omezený výčet kartografických metod), dostupných nástrojů (předpřipravená funkcionalita), kompozice (nedefinované šablony) i grafiky (omezená editace stylů). Cloud computing je z pohledu individuálního přizpůsobení i uživatelského rozhraní, přesným opakem přechozích dvou přístupů. Zatímco otevřená řešení i API stojí na úpravách zdrojového kódu a umožňují prakticky neomezené přizpůsobení, cloud computing nabízí uživatelsky přívětivé rozhraní, avšak za cenu omezené funkcionality. Na druhou stranu umožňuje tvorbu a správu webových mapových aplikací kdekoliv, kdykoliv.

Současná cloudová řešení jsou zpravidla založena na business modelu freemium, tj. kombinace výchozí bezplatné (free) varianty, a několika zpoplatněných (premium) úrovní, odlišujících se technickými a kartografickými parametry či limity zobrazení mapy. Spektrum dostupných nástrojů pokrývá nejpoptávanější nástroje a operace, uspokojí většinu zákazníků. V případě specifických nástrojů nebo individuálních uzpůsobení, se nabízí personalizovaná (zpoplatněná) varianta cloudu nebo využití API, ideálně téhož produktu. V praxi totiž komerční společnosti nabízejí svým uživatelům cloudové i API rozhraní, aby dokázali uspokojit poptávku obou skupin.

V případě cloud computingu **uživatel nemusí disponovat daty, softwarem ani programátorskými znalostmi**, proto aby byl schopen vytvořit mapový produkt. Tento přístup na jednu stranu otevírá možnosti kartografické vizualizace širokému spektru nadšených uživatelů, na druhou stranu má tendenci k degradaci kartografických výstupů, neboť laik bez kartografického vzdělání, není schopen respektovat zásady a pravidla tvorby map. Voženílek (2007), Čerba (2011), Morrison (1997) a další pro tento proces používají termín demokratizace kartografie³⁹⁹. Ke cti níže zmíněných nástrojů, představujících výčet majoritních zástupců na trhu, je potřeba přičíst, že nabízí tradiční i moderní, avšak korektní kartografické metody i vhodně zvolené výchozí vyjadřovací prostředky (např. barevné stupnice, intervaly, symboly). Je však pouze na tvůrcích mapy, zdali se doporučeným nastavením budou řídit. Cloudově založené aplikace jsou velmi silným kartografickým nástrojem v rukou odborníka-kartografa, umožňují výrazně zefektivnit fázi vlastního vývoje a nasazení mapové aplikace. Nenahradí však (stejně jako žádný jiný přístup ani software) profesní znalosti a zkušenosti, nutné k sestavení kartografického díla. V neposlední řadě, volba předdefinovaných šablon, stylů a kompozic vede k jisté uniformnosti kartografických výstupů, z kterých se vytrácí uživatelská kreativita i kartografická jedinečnost.

<!-- *Podrobnou analýzu cloudového GIS z pohledu architektury přináší kapitola „CP-08 - Spatial Cloud Computing“⁴⁰⁰ (Huang, 2020) z encyklopedie GIS&T Body of Knowledge nebo „Cloud for GIS Systems“⁴⁰¹ (Geospatial World, 2014).*

-->

ArcGIS Online⁴⁰² je cloudový produkt společnosti Esri. Umožňuje přímé propojení s desktopovými a serverovými produkty Esri, sdílení a publikování vlastních dat i využívání již publikovaných datových sad jiných uživatelů v ekosystému Esri. Jedná se o velmi silný nástroj v oblasti kartografických metod, poskytuje nejpokročilejší možnosti v oblasti funkcionality, obzvláště na principu procesních služeb. Umožňuje vytvářet mapové projekty a ty následně publikovat jako plně interaktivní online aplikace. K dispozici je celá řada šablon nebo prostředí

399 Blíže diskutuje Voženílek in Vrtiška (2017) <https://tinyurl.com/webkar27>

400 <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/spatial-cloud-computing>

401 <https://www.geospatialworld.net/article/cloud-for-gis-systems/>

402 <https://www.arcgis.com/>

WebAppBuilder pro editaci kompozice a grafického stylu výsledné mapové aplikace.

CARTO⁴⁰³ (dříve CartoDB) se orientuje především na efektivní vizualizaci mapových výstupů a prostorové analýzy v online prostředí, mj. pro různé oblasti průmyslu a obchodu. Využívá databáze PostgreSQL/PostGIS a propojení s cloudovými úložišti jiných platform (Google, Amazon, Dropbox) i ArcGIS Serverem. Mapové výstupy se vyznačují atraktivním designem a orientací na uživatelskou přívětivost.

GIS Cloud⁴⁰⁴ poskytuje celou sadu nástrojů pro kompletní workflow kartografického produktu, od sběru dat po tvorbu mapové aplikace. Poskytuje spíše základní nástroje a omezené možnosti kartografické vizualizace

Mapbox⁴⁰⁵ je celá platforma zahrnující přípravu datových sad, analytické nástroje a tvorbu mapových aplikací. Mapbox historicky klade důraz a udává trendy v oblasti formátů prostorových dat, především vektorových dlaždic (Mapbox Vector Tile a MBTiles). Hlavním konceptem je vlastní definování datových a vizualizačních aspektů mapy. Uživatel je schopen si vytvořit svůj vlastní znakový klíč i různé mapové styly. Podporuje celou řadu prostorových datových formátů. Cloudová aplikace je úzce provázána s API, což umožňuje uplatnit nadefinované mapové styly mimo cloudové prostředí a rozšířit funkcionalitu o individuální nástroje.

MapTiler Cloud⁴⁰⁶ je cloudový nástroj ekosystému MapTiler. Orientuje se primárně na publikování vlastních dat, nabízí datové sady odvozené z dat projektu OpenStreetMap, včetně několika předdefinovaných nebo vlastních stylů.

Mango⁴⁰⁷ je jednoduchá alternativa k ostatním produktům. Nabízí spíše jen základní nástroje a možnosti vizualizace.

V balíčku cloudových služeb společnosti **Microsoft**, umožňuje **PowerBI** rychlou a jednoduchou tvorbu sestav a následnou vizualizaci mj. formou mapových výstupů. Nejedná se o primárně kartografický nástroj, funkcionalita je omezená, umožňuje pokročilejší metody vizualizace prostorových map. Předností je napojení a načítání dat z kancelářských softwarů Microsoft Office.

QGIS Cloud a **GISquick**⁴⁰⁸ jsou rozšíření softwaru QGIS o webové rozhraní. Hlavní myšlenkou je přímé propojení mezi desktopovým softwarem QGIS a cloudem pomocí pluginu. Veškerá příprava dat i volba vyjadřovacích prostředků probíhá v desktopovém prostředí, z kterého se následně publikuje mapová aplikace. Cloudové rozhraní plní pouze účely vizualizační nástroje a úložiště dat. Funkcionalita je omezená na základní nástroje.

Unfolded⁴⁰⁹ nebo **CleverMaps**⁴¹⁰ jsou zástupci cloudových mapových nástrojů, orientovaných primárně na zpracování prostorových dat, jejich pokročilé analýzy a vizualizaci. Jedná se o business řešení cílící na zákazníky komerčního sektoru (ekonomika, logistika, průmysl apod.), kterým poskytuje obohacení jejich dat o prostorovou složku. Jsou charakteristické vizuálně atraktivním uživatelským rozhraním.

403 <https://carto.com/>

404 <https://www.giscloud.com/>

405 <https://www.mapbox.com/>

406 <https://www.maptiler.com/cloud/>

407 <https://mangomap.com/>

408 <http://gisquick.org/>

409 <https://www.unfolded.ai/>

410 <https://www.clevermaps.io/>

11 Závěr

Internet a služba World Wide Web přináší do oblasti kartografie zcela nové technické i procesní možnosti. Nikdy v minulosti nebyly mapy tak nedílnou součástí každodenního života, nikdy dříve nebylo tak snadné a rychlé mapy doručit směrem od autora k cílovému uživateli. Mapa jako médium se těší v celé společnosti značné popularitě.

Bylo by však velmi krátkozraké vyzdihovat za tyto úspěchy pouze kartografii webovou, která své popularity nabyla jen za několik desítek let své existence. Kartografie se jako tradiční vědní obor formovala po staletí. Prošla si mnoha fázemi vývoje po teoretické i technologické stránce. Stojí na dlouhodobě ověřených principech a teoretické základně, která veškeré metody či názory nejprve pragmaticky testuje a kriticky ověřuje. Právě tyto pevné zásady připravily půdu pro aplikaci poznatků a metod do dalších oblastí. Webová kartografie čerpá z obrovského dědictví, které mu tradiční kartografie odkazuje.

Nejdůležitější poselství této publikace ve skutečnosti není přehled metod nebo aspektů webové kartografie, ale uvědomění si faktu, že **tradiční a webová kartografie musí fungovat v symbióze, nikoliv si konkurovat**. Webová kartografie čerpá z dlouhé historie kartografie tradiční a jejich metod. Naopak konvenční kartografie může čerpat z technologií a možností, které internet jako platforma přináší. Obě dvě oblasti se navzájem musí respektovat, nikoliv se vzájemně poměřovat nebo dokonce povyšovat. Objektivně je potřeba uznat, že webová kartografie by bez konvenční kartografie nevznikla, a tudíž ani nemohla fungovat. Na druhou stranu mapy ve webovém prostředí využívají denně miliardy lidí po celém světě, což se tradičním mapám těžko podaří překonat. Využijme proto příznivého stavu ve společnosti, prohlubme vzájemnou synergii a produkujeme webové mapy.

Produkujeme však pouze korektní a správné webové mapy. Sebelépe technicky provedená nebo atraktivní webová mapa podávající uživateli nevhodné informace, vrhá negativní světlo na celou kartografii. Stojíme-li na pomyslném rozcestní, kdy dnes webové mapy může vytvářet prakticky kdokoliv a autory mapových aplikací se stále častěji stávají programátoři bez znalosti kartografie, je opět nezbytná synergie – tentokrát synergie mezi kartografem a vývojářem. Nelze očekávat, že programátor vytvoří kartograficky korektní výstup nebo naopak kartograf bude schopen naprogramovat dokonalé technické řešení. Právě meziooborová spolupráce je klíčem ke kvalitním webovým mapám. Vedle edukace a popularizace webové kartografie směrem dovnitř (odborníci,

studenti, publikace, oborové akce) je potřeba šířit myšlenky i vně. Mějme na srdci slova bývalého prezidenta ICA Geoga Gartnera, který ve svém zamyšlení⁴¹¹ (Gartner, 2013) apeluje na aktivní šíření povědomí o kartografii – je přece v pořádku být kartografem.

Těžko si lze pro mapové produkty představit výhodnější situaci, než je dnes – na jedné straně poptávka po mapách a prostorových informacích neustále stoupá, na straně druhé se technologie mj. díky internetu stávají stále dostupnější a levnější. **Vytvářejme webové mapové produkty, vytvářejme je správně. Přemýšlejme, než poprvé klikneme. Produkujme odborníky na téma webové kartografie, edukujme a popularizujme tak nádherný obor jako je kartografie.**

Autor publikace pevně věří, že publikace, kter jste právě dočetli, alespoň malou měrou k výše uvedeným cílům přispěje.

411 President's Blog: It's OK to be a Cartographer!

</h1> Zdroje literatury </h1>

- Agafonkin V. (2019). Zoom levels. Leaflet. [online] Dostupné z URL: <https://leafletjs.com/examples/zoom-levels/>
- Aisch G. (2017). kartograph.js readme. [online] GitHub. Dostupné z URL: <https://github.com/kartograph/kartograph.js/blob/master/readme.md>
- Alliance (2020). Switching to Mapbox: Is Google Maps API too Expensive? [online] Dostupné z URL: <https://www.allianceinteractive.com/blog/cost-of-google-maps-and-its-alternatives/>
- Altaweel M. (2016). GIS and NoSQL Databases. [online] GIS Lounge. Dostupné z URL: <https://www.gislounge.com/gis-nosql-databases/>
- Alza (2019). Rozlišení displeje. [online] Dostupné z URL: <https://www.alza.cz/slovník/rozliseni-displeje-art12961.htm>
- Angiolillo S. (2019). Comparative Thematic Mapping with Mapdeck. [online] Humans of data. Dostupné z URL: <https://humansofdata.atlan.com/2019/05/comparative-thematic-mapping/>
- Augusta L. (2020). Jak na „pixel perfect“ kódování? [online] Dostupné z URL: [https://medium.com/@lukasaugusta/jak-na-pixel-perfect-kódování](https://medium.com/@lukasaugusta/jak-na-pixel-perfect-kodovani)
- Axis Maps (2017). [online] Dostupné z URL <https://www.axismaps.com/guide/web/map-interaction/>
- Baier S. (2018). Why you should use GeoPackage instead of Shapefile. [online] Gis-blog. Dostupné z URL: <https://www.gis-blog.com/geopackage-vs-shapefile/>
- Bale A. (2020). Global Web Mapping Market 2020 Top Companies – Here, TomTom, Google, Alibaba (AutoNavi), Navinfo, Mapmyindia, Sandborn. Research Newspaper. Dostupné z URL: <https://researchnewspaper.com/global-web-mapping-market-2020-top-companies-here-tomtom-google-alibaba-autonavi-navinfo-mapmyindia-sandborn/>
- Battersby, S. E., Finn, M. P., Usery, E. L., & Yamamoto, K. H. (2014). Implications of web Mercator and its use in online mapping. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 49(2), 85-101.
- Battersby, S. E., Strebe, D. D., & Finn, M. P. (2017). Shapes on a plane: Evaluating the impact of projection distortion on spatial binning. *Cartography and Geographic Information Science*, 44(5), 410-421.
- Been K., Daiches E., Yap Ch. (2006). Dynamic Map Labeling. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* [online]. 2006, 12(5), 773-780 [cit. 2020-03-10]. DOI: 10.1109/TVCG.2006.136. ISSN

- 1077-2626. Dostupné z URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4015429/>
- Beirne J. (2016). Cartography comparison: Google & Apple maps. [online] Dostupné z URL: <https://www.justinobeirne.com/cartography-comparison>
- Bell, S. (2020). Map Icon Design. The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge (1st Quarter 2020 Edition), John P. Wilson (ed.). DOI: 10.22224/gistbok/2020.1.6
- Berners-Lee, T. (2001). The Semantic Web. Scientific American.
- Bertin J (1973). *Sémiologie graphique: Les diagrammes, les réseaux, les cartes*. Paris: Gauthier-Villars.
- Birch, C. P., Oom, S. P., & Beecham, J. A. (2007). Rectangular and hexagonal grids used for observation, experiment and simulation in ecology. *Ecological modelling*, 206(3-4), 347-359.
- Black, M. A., & Cartwright, W. E. (2005). WEB CARTOGRAPHY & WEB-ENABLED GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) NEW POSSIBILITIES, NEW CHALLENGES. In Proceedings of the 22nd International Cartographic Conference.
- Bláha J. D. (2006). Barva jako nosič kartografické informace. 21. sjezd ČGS v Českých Budějovicích
- Bláha, J. D. (2014). Vliv používání Křovakova zobrazení v GIS na české uživatele. *ArcRevue*, 4: 10-12. URL: <https://www.arcdata.cz/zpravy-a-akce/publikace/arcrevue/archiv-arcrevue/arcrevue-4-2014>
- Blážková K. (2020). Hodnocení vlivu preferencí uživatelů a vybraných doporučení k písmu a popisu v mapách. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Dostupné z URL: <http://geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/blazkova20/>
- Bodnar W. (2020) Trans-Atlantic Slave Trade. [online] Dostupné z URL: <https://wandabodnar.github.io/flowmap/transatlantic.html>
- Bootstrap (2020). Documentation. [online] Dostupné z URL: <https://getbootstrap.com/docs/4.1/layout/overview/>
- Boyandin I. (2019). Visualizing mobility data: the scalability challenge. [online] Dostupné z URL: <https://medium.com/teralytics/visualizing-mobility-data-the-scalability-challenge-2575fe819702>
- Brašňová, K. (2012). Kartografické metody pro vizualizaci časových změn prostorových dat. Diplomová práce. Fakulta aplikovaných věd, Západočeská univerzita v Plzni. Dostupné z URL: <https://stagws.zcu.cz/ws/services/rest/kvalifikacniprace/downloadPraceContent?adipIdno=48815>
- Brewer C. A. (2005). *Designing better maps: a guide for GIS users*. Redlands, Calif.: ESRI Press, 2005. ISBN 978-1589480896.
- Brewer, C. A. (1994). Color use guidelines for mapping. *Visualization in modern cartography*, 1994, 123-148.
- Bright, P. (2014). "HTML5 specification finalized." [online] Cit. 15.3.2015. Dostupné z URL: <http://arstechnica.com/information-technology/2014/10/html5-specification-finalized-squabbling-over-who-writes-the-specs-continues/>.
- Briney A. (2014). Binning in GIS. GIS lounge. Dostupné z URL: <https://www.gislounge.com/binning-gis/>
- Brown, M. C. (2006). *Hacking google maps and google earth*. Wiley Publishing, 408 s. ISBN: 978-0471790099
- Brychtová A (2015). *Barevná vzdálenost v kartografii*. Olomouc. Disertační práce. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Bucher, B., Buard, E., Jolivet, L., & Ruas, A. (2007, November). The need for web legend services. In *International Symposium on Web and Wireless Geographical Information Systems* (pp. 44-60). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Burian T. (2020). Produkce plnobarevných modelů reliéfních map pomocí technologie 3D tisku. *Geodetický a*

- kartografický obzor, 66/108(6), 105-111.
- Butler, D. (2006). The web-wide world. *Nature*, 439, 776–778.
- Campbell A. (2020). Saas Pricing Models, Strategies, and Examples of Success. Dostupné z URL: <https://www.profitwell.com/recur/all/saas-pricing>
- Carter W. (2019). Web Mapping Big Data. [online] Dostupné z URL: <https://medium.com/@will.carter/web-mapping-big-data-9105713c9b23>
- CARTO (2019). How (not) to lie with CARTO. [online] Dostupné z URL: <https://carto.com/help/building-maps/lies/>
- Cartwright, W. (2012). Neocartography: Opportunities, issues and prospects. *South African Journal of Geomatics*, 1(1), 14–31.
- Cartwright, W. E., Peterson, M. P., Gartner, G. (eds.), (2007): *Multimedia Cartography*. Second Ed., Springer: Heidelberg, 546 pp.
- Cenia (2020). Národního geoportálu INSPIRE. [online] Dostupné z URL: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/home>
- Coleman, B. (2015). History storytelling with Esri's story maps application. *Teaching History*, 49(4), 60.
- Coltekin, A., Janetzko, H., and Fabrikant, S. I. (2018). Geovisualization. *The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge (2nd Quarter 2018 Edition)*, John P. Wilson (Ed). DOI:10.22224/gistbok/2018.2.6.
- CZ.NIC (2020). Jak na Internet. [online] Dostupné z URL: <https://www.jaknainternet.cz/>
- Čada V. (2005). Přednáškové texty z geodézie. [online] Západočeská univerzita v Plzni. URL: <https://kgm.zcu.cz/studium/gen1/html/index.html>
- Čepický J. (2008). WebGIS. [online] ČVUT Praha. URL: <http://geo.fsv.cvut.cz/wiki/images/1/1c/Cepicky-webgis.pdf>
- Čepický J. (2018). Switch from Shapefile. [online] Dostupné z URL: <http://switchfromshapefile.org/>
- Čepický J., Landa M., Furtkevičová L. (2019). [online] Úvod do nástrojů Open Source GIS. Gismentors. URL: <https://training.gismentors.eu/open-source-gis/>
- Čerba O. (2011). Přednášky z předmětu Tematická kartografie. [online] Západočeská univerzita. Dostupné z URL: <http://old.gis.zcu.cz/studium/tka/Slides/>
- Čerba O., Kafka Š., Ježek J., Kozhukh D., Čada V., Charvát K., Holý S., Mildorf T. (2016). Metodika pro publikování prostorových informací ve formě otevřených dat. Metodika. Technická agentura ČR, TB0500MV003.
- Čerba, O. (2011) Analýza pojmu mapa, In *Kartografické listy*, 2011, 19, s. 31-37.
- Čížek J. (2020). Google mapy, Seznam mapy, Apple mapy... Velké srovnání šesti internetových map. Kdo to dělá nejlépe. Živě.cz. [online] Dostupné z URL: <https://www.zive.cz/clanky/google-mapy-seznam-mapy-apple-mapy-velke-srovnani-esti-internetovych-map-kdo-to-dela-nejlepe/sc-3-a-205435/default.aspx>
- ČSN 73 0406 Názvoslovní kartografie, 1984
- ČÚZK (2018). Souřadnicové systémy. [online] Dostupné z URL: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(nn2nygakp3mven2srjj5izee\)\)/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=sit.trans&text=souradsystemy](https://geoportal.cuzk.cz/(S(nn2nygakp3mven2srjj5izee))/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=sit.trans&text=souradsystemy)
- Dang, G., North, C., & Shneiderman, B. (2001, July). Dynamic queries and brushing on choropleth maps. In *Proceedings Fifth International Conference on Information Visualisation* (pp. 757-764). IEEE.
- Dangermond J. (2020). Five GIS Trends Changing the World according to Jack Dangermond, President of

- Esri. Dostupné z URL: http://webmap.ca/gis_trends
- Dempsey C. (2012). Heat Maps in GIS. [online] Dostupné z URL: <https://www.gislounge.com/heat-maps-in-gis>
- Dempsey C. (2014). National Geospatial-Intelligence Agency's Web Mercator Advisory Notice. [online] Gislounge. URL: <https://www.gislounge.com/national-geospatial-intelligence-agencys-web-mercator-advisory-notice/>
- Dempsey C. (2020). Easily Create Interactive Flow Maps. [online] GIS lounge. Dostupné z URL: <https://www.gislounge.com/easily-create-interactive-flow-maps/>
- Deník (2020). Češi v pohybu. [online] Dostupné z URL: <https://olomoucky.denik.cz/cestovani/navigace-misto-map.html>
- Diamond, L. (2019). Vector Formats and Sources. The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge (4th Quarter 2019 Edition), John P. Wilson (ed.). DOI: 10.22224/gistbok/2019.4.8
- DiNucci, D. (1999). Fragmented Future. 53(4).
- Dmowska A. (2019). Dasymeric Modelling of Population Distribution – Large Data Approach. *Quaestiones Geographicae*, 38(1), 15-27. Dostupné z URL <https://content.sciendo.com/view/journals/quageo/38/1/article-p15.xml>
- Dobešová Z., Nėtek R., Masopust J., Hradečnř M. (2021). Map Guide for Botanical Garden – Multidisciplinary and Educational Storytelling. *Journal of Geography in Higher Education*. In print.
- Döllner, J., Jobst, M., & Schmitz, P. (Eds.). (2018). *Service-Oriented Mapping: Changing Paradigm in Map Production and Geoinformation Management*. Springer.
- Dorman M. (2020). *Introduction to Web Mapping*. Chapman and Hall, CRC Press, 347 s. ISBN 9780367861186
- Drawplanet (2019). Jak pochopit barvy? Rozsáhly průvodce pro začátečníky! [online] Dostupné z URL: <https://www.drawplanet.cz/jak-pochopit-barvy-rozsahly-pruvodce-pro-zacatecniky/>
- Duggan N. (2014). *Web Mapping for Dummies – My Personal Experience*. [online] Dostupné z URL: <https://www.xyht.com/spatial-itgis/web-mapping-for-dummies-my-personal-experience/>
- Dykes, J., MacEachren, A. M., and Kraak, M. J. (2005) *Exploring geovisualization*. Amsterdam: Elsevier
- Dykes, J., Wood, J. and Slingby, A. 2010. Rethinking Map Legends with Visualization. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 16, no. 6, pp. 890-899, DOI: 10.1109/TVCG.2010.191
- Dziuba L. (2018). Accessibility tools for designers and developers. [online] UX Collective. Dostupné z URL: <https://uxdesign.cc/accessibility-tools-for-designers-and-developers-ea400a415c0a>
- Ekenes K. (2019). Dot density for the web. [online] ArcGIS Blog. URL: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/js-api-arcgis/mapping/dot-density-for-the-web/>
- Feldman S (2011). A Brief History of Web Mapping. [online] Dostupné z URL: <https://www.slideshare.net/stevenfeldman/history-of-web-mapping>
- Field K. (2012). Using a binning technique for point-based multiscale web maps. [online] ArcGIS Blog. URL: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-online/mapping/using-a-binning-technique-for-point-based-multiscale-web-maps/>
- Field K. (2019). Mercator, it's not hip to be square. [online] ArcGIS Blog. Dostupné z URL: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-pro/mapping/mercator-its-not-hip-to-be-square/>
- Fish, C. (2018). Spatiotemporal Representation. The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge (4th Quarter 2018 Edition), John P. Wilson (Ed.). DOI: 10.22224/gistbok/2018.4.6.
- Fischer E. (2013). Mapping Millions of Dots. [online] Blog Mapbox. Dostupné z URL: <https://blog.mapbox.com>.

com/mapping-millions-of-dots-77eead9bd663

Forrest M. (2020). How a Flemish cartographer and PNGs made web maps a part of our everyday lives. [online] Dostupné z URL: <https://towardsdatascience.com/how-a-flemish-cartographer-and-pngs-made-web-maps-a-part-of-our-everyday-lives-e390806ecd98>

Frank, A. U., M. Raubal and M. v. d. Vlucht (2000). *Průvodce světem geoinformací a GIS*. Vienna, European Communities.

Freimuth P. (2020). Cartographical Symbol Construction with MapServer. [online] MapServer. Dostupné z URL: <https://mapserver.org/mapfile/symbology/construction.html>

Fu, P., Sun, J., & Yin, F. (2011). *GIS in the Web Era. Web GIS: Principles and applications*, 2-24.

Garlandini S., Fabrikant S. I. (2009). Evaluating the Effectiveness and Efficiency of Visual Variables for Geographic Information Visualization, in Hornsby et al., S. K. (Eds.): *COSIT 2009*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Zurich, Switzerland, 195–211.

Garner G. (2013). President's Blog: How do we name what we do? [online] URL: <https://icaci.org/presidents-blog-how-do-we-name-what-we-do/>

Gartner, G. (2009). Applying Web Mapping 2.0 to Cartographic Heritage. *e-Perimtron*, 4(4), 234-239.

Gartner, G. (2009). Web Mapping 2.0. *Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft*, 151. Wien. 277–290.

Geoapify (2019). Leaflet vs OpenLayers. What to choose? [online] Dostupné z URL: <https://www.geoapify.com/leaflet-vs-openlayers>

Geoapify (2020). Map libraries comparison: Leaflet vs Mapbox GL vs OpenLayers - trends and statistics. [online] Dostupné z URL: <https://www.geoapify.com/map-libraries-comparison-leaflet-vs-mapbox-gl-vs-openlayers-trends-and-statistics>.

GeoSeer (2020). What's the most deployed geospatial server software? [online] The GeoSeer Blog. Dostupné z URL: https://www.geoseer.net/blog/?p=2020-06-04_geospatial_server_software

Gleb B. (2020). Choosing the Right Cloud Service: IaaS, PaaS, or SaaS. [online] Rubygarage.org. Dostupné z URL: <https://rubygarage.org/blog/iaas-vs-paas-vs-saas>

GNU.org (2017): *Filozofie projektu GNU*. [online]. Dostupné z URL: <https://www.gnu.org/philosophy/philosophy.cs.html>

Gołębiowska a Çöltekin (2020). Chasing rainbows: Revisiting the prevalence of the rainbow color scheme in scientific publications. 40th NACIS annual meeting. [online] Dostupné z URL: http://coltekin.net/arzu/publications/Go%C5%82ebiowska_and_Coltekin_chasing%20rainbows_NACIS2020.pdf

Golebiowska, I. 2015. Legend layouts for thematic maps: a case study in integrating usability metrics with the thinking aloud methods, *The Cartographic Journal*. Vol. 52 no. 1 pp. 28-40.

Goodchild M.F. (2009). *CARTOGRAPHY: GIS AND CARTOGRAPHY*. University of California. Dostupné z URL: <http://www.geog.ucsb.edu/~good/papers/474B.pdf>

Google Maps Platform (2020). It's time for a quick trivia break. How many people use Google Maps every month? . [online]. URL: <https://twitter.com/GMapsPlatform/status/1287764437986938882>

Google Trends (2020). [online] Dostupné z URL: <https://trends.google.com/trends/explore?date=all&q=shapefile%2Bshp.geopackage,GeoJSON,kml,gml>

Grochál P. (2018). Ultimate guide to Google Maps. [online] Dostupné z URL: <https://medium.com/superkoders/ultimate-guide-to-google-maps-d86ad945636a>

Gronier, G. (2016). Measuring the First Impression: Testing the Validity of the 5 Second Test. *Journal of Usability Studies*, 12(1).

Guidero, E. (2017). *Typography. The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge* (3rd Quarter 2017 Edition), John P. Wilson (ed.). DOI: 10.22224/gistbok/2017.3.2

Guillem F. (2019). Introduction to leaflet.minicharts. [online] Dostupné z URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/leaflet.minicharts/vignettes/introduction.html>

Hájek (2017). Karel Janečka jmenován členem ISO/TC 211.[online]. Dostupné z URL: <http://geomatika-zcu.blogspot.com/2017/12/karel-janecka-jmenovan-clenem-isotc-211.html>

Haklay, M., Singleton, A., & Parker, C. (2008). Web mapping 2.0: The neogeography of the GeoWeb. *Geography Compass*, 2(6), 2011-2039.

Hohnová A. (2019). Netradiční podoby kartodiagramů a možnosti jejich konstrukce. Diplomová práce. Katedra geoinformatiky, Univerzita Palackého v Olomouci.

Hojati M. (2014). What is is the Difference Between Web GIS and Internet GIS? . [online]. URL: <https://www.gislounge.com/difference-web-gis-internet-gis/>

Houser P. (2020). 30 let webu. [online] *Sciencemag.cz* Dostupné z URL: <https://sciencemag.cz/30-let-webu/>.

Hrubá L. (2009). Dynamická vizualizace v oblasti dopravy. Hornickogeologická fakulta – Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava. Dostupné z URL: <http://gse.vsb.cz/2009/LV-2009-3-35-44.pdf>

Hruška D. (2012). Co to vlastně je Retina displej. [online]. Dostupné z URL: <https://jablickar.cz/co-to-vlastne-je-retina-displej/>

Huang, Q. (2020). *Spatial Cloud Computing. The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge* (2nd Quarter 2020 Edition), John P. Wilson (ed.). DOI: 10.22224/gistbok/2020.2.7

Hudson R. (2012). Changes in web-user behaviour. [online] *Web Usability* Dostupné z URL: <https://usability.com.au/2012/11/changes-in-web-user-behaviour/>

Chlebus J. (2019). Jak tvořit systematické barvy pro digitální produkty. [online] Dostupné z URL: <https://blog.jirichlebus.cz/2019/11/18/jak-tvorit-systematicke-barvy-pro-digitalni-produkty/>

Chow, E. and Yuan, Y. (2019). *GIS APIs. The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge* (2nd Quarter 2019 Edition), John P. Wilson (Ed.). DOI: 10.22224/gistbok/2019.2.15

Christophe, S. (2019). *Color Theory. The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge* (1st Quarter 2019 Edition), John P. Wilson (Ed.). DOI: 10.22224/gistbok/2019.1.9.

Idnes (2019). Počet uživatelů internetu v Česku letos prolomil hranici sedmi milionů. URL: https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/internet-uzivatele-cesko-sedm-milionu.A191126_094547_domaci_onkr

Ilinčev O. (2018). Hamburger menu je zlo. [online]. Dostupné z URL: <https://www.ilincev.com/hamburger>

Investopedia (2019). How Does Google Maps Make Money? Dostupné z URL: <https://www.investopedia.com/articles/investing/061115/how-does-google-maps-makes-money.asp>

Ivan I., Horák J. (2016). Metodika identifikace anomálních lokalit kriminality pomocí jádrových odhadů. Symposium GIS Ostrava 2016 – Geoinformatika pro společnost. Ostrava.

Jaroš J., Lysák J. (2018). METODA IZOLINIÍ, TEČKOVÁ METODA A DASYMETRICKÁ METODA. Moderní geoinformační metody ve výuce GIS. Univerzita Karlovy v Praze. Dostupné z URL: <https://www.natur.cuni.cz/geografie/geoinformatika-kartografie/ke-stazeni/projekty/moderni-geoinformacni-metody-ve-vyuce-gis-kartografie-a-dpzi/izolinie-teckova-a-dasymetricka-metoda/>

Jenny, B., Šavrič, B., Arnold, N. D., Marston, B. E. and Preppernau, C. A. (2017). A guide to selecting map projections for world and hemisphere maps. In: M. Lapaine and E. L. Usery (eds), *Choosing a Map Projection, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography* (pp. 213–228). Berlin, Heidelberg, New York: Springer. Doi: 10.1007/978-3-319-51835-0_9

Johnson R. (2017). Website Browsing Behavior Patterns [online] Dostupné z URL: <https://3.7designs.co/>

blog/2017/10/website-browsing-behavior-patterns/

Kaňok, J. (1999): Tematická kartografie. Ostravská univerzita Přírodovědecká fakulta Ostravské univerzity, 318s. ISBN: 80-7042-781-7

Kern, J. P., & Brewer, C. A. (2008). Automation and the map label placement problem: A comparison of two GIS implementations of label placement. *Cartographic Perspectives*, (60), 22-45.

Kimpl L. (2010). Prostorové nadstavby nekomerčních databází - vstup a správa geoobjektů. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci.

Klauda P. (2016). Prostorově určená statistická data. *Statistika&My*. Praha: ČSÚ, 6(5), 18 - 19. ISSN 1804-7149.

Köbben, B. J., & Kraak, M. J. (2020). Web Mapping. In *International Encyclopedia of Human Geography* (pp. 333-337). Elsevier.

Kočvarová B. (2020). Možnosti publikování prostorových dat Katedra geoinformatiky UP. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci.

Kodera, J. (2009). "Webové aplikace pro Cloud Computing." [online]. Dostupné z URL: <http://www.slideshare.net/jankodera/webove-aplikace-pro-cloud-computing>.

Konečný M., Kaplan V., Keprtová K., Podhrázký Z., Stachoň Z., Tajovská K., Zbořil J. (2005). Multimediální učebnice kartografie a geoinformatiky. PřF MU Brno.

Konicek, J.; Netek, R.; Burian, T.; Novakova, T.; Kaplan, J. (2020) Non-Spatial Data towards Spatially Located News about COVID-19: A Semi-Automated Aggregator of Pandemic Data from (Social) Media within the Olomouc Region, Czechia. *Data*, 5, 76.

Koylu, C., & Guo, D. (2017). Design and evaluation of line symbolizations for origin–destination flow maps. *Information Visualization*, 16(4), 309-331.

Kozáková M. (2005). Kartografické hodnocení webových map. GIS Ostrava 2013. Dostupné z URL: http://gisak.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2005/Sbornik/cz/Referaty/kozakova.pdf

Kraak M.J. (2020): Geovisualisation. In: Kobayashi (2020). *International Encyclopedia of Human Geography*. ISBN 978-0-08-102296-2

Kraak M.J., Brown A. (2001). *Web cartography – developments and prospects*. Taylor & Francis, New York. ISBN:0-7484-0869-X

Kraak, M. J. (2018). Do all maps need a legend? In *American Association of Geographers Annual Meeting*

Kraak, M.J. & F.J. Ormeling (1996), *Cartography: visualization of spatial data*. Harlow, Essex: Addison Wesley Longman Ltd

Kyk (2008). Tabulka velikostí a rozlišení monitorů. [online] blog.kyk.cz. Dostupné z URL: <http://blog.kyk.cz/0807archiv.php>

Lacko J. (2020). Pražské hospody a bary – případová studie na jejich optimalizaci s využitím nástrojů jazyka R. [online] Dostupné z URL: <https://www.jla-data.net/cze/optimalizace-hospod/>

Lapowsky I. (2018). Is the US Leaning Red or Blue? It All Depends on Your Map. [online] *Wired*. Dostupné z URL: <https://www.wired.com/story/is-us-leaning-red-or-blue-election-maps/>

Leaflet (2020). Zoom levels. [online]. URL: <https://leafletjs.com/examples/zoom-levels/>

Lévy P. (2000). *Kyberkultura*. Karolinum, Praha.

Li, Z. (2018). NoSQL Databases. *The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge* (2nd Quarter 2018 Edition), John P. Wilson (Ed). DOI: 10.22224/gistbok/2018.2.10

Lister M. a kol. (2003). *New Media: A Critical Introduction*. Routledge. London – New York.

- Longley a kol. (2017). Geografické informace: systémy a věda. Univerzita Palackého v Olomouci. 526 s. ISBN 978-80-244-5008-7
- Lordneroo (2018). INTRODUCTION TO CARTOGRAPHY - COLOR & PATTERN IN SYMBOLISM (Part I). Steemit.com. Dostupné z URL: <https://steemit.com/steemstem/@lordneroo/introduction-to-cartography-color-and-pattern-in-symbolism-part-i>
- MacEachren, A. M. & Kraak, M. (2001). Research Challenges in Geovisualization, Cartography and Geographic Information Science, vol. 28, no.1: 3-12.
- MacEachren, A. M. (1994). Visualization in modern cartography: Setting the Agenda. In: A. M. MACEACHREN AND D. R. F. TAYLOR, ed. Visualization in Modern Cartography. Oxford, UK: Pergamon.
- Macwright T. (2016). Lon lat. [online]. URL: <https://macwright.com/lonlat/>
- Macwright T. (2016). Soapbox: longitude, latitude is the right way. [online]. URL: <https://macwright.com/2016/07/15/longitude-latitude-is-the-right-way.html>
- Mairo, I. (2013). Gis & Web Gis 2.0 Projects. [online] Dostupné z URL: http://www.italomairo.com/cms/my-projects/gis_webgis.
- Manovich L. (2001), The Language of a New Media. The MIT Press. Massachusetts.
- Margaris, N. (2011). Cloud Computing v českém prostředí, Vysoká škola ekonomická v Praze.
- Matney, J. A. (2019). Emerging Computing Trends, Web GIS Tools, and Forecasting Methods for Geospatial Environmental Decision Support in Service of Complex Land Management Challenges. Disertační práce. North Carolina State University.
- McDonald S. (2019). New Functionality Introduced to Media Map. [online] ArcGIS blog. Dostupné z URL: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-online/mapping/new-functionality-introduced-to-media-map/>
- Miklín J., Dušek R., Krtička L., Kaláb O. (2018). Tvorba map. Ostravská univerzita. ISBN: 978-80-7599-017-4
- Morrison, L. (1997) Topographic mapping for the twenty-first century, In Framework for the World, ed. by D. Rhind, pp. 14-27, Cambridge: Geoinformation International
- Moser, J., & Koslitz, S. (2016). Pins or Points?—Challenges in Producing Cartographically Appealing Webmaps Within an Editorial Environment for LiD Online. In Progress in Cartography (pp. 83-98). Springer, Cham. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-19602-2_6
- Muehlenhaus, I. (2014). Web cartography: map design for interactive and mobile devices. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Musilová B. (2012). Vnímání barevných stupnic v tematické kartografii. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. URL: <https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/7135/1/Bakalarka.pdf>
- Nelson J. (2020). Here Are Some Equal Area Projected Maps for ArcGIS Online (and how to make them). [online] ArcGIS Blog. Dostupné z URL: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-online/mapping/here-are-some-equal-area-projected-maps-for-arcgis-online-and-how-to-make-them/>
- Nétek R (2008). Frekvence využívání mapových metod na mapových portálech. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, 59 s.
- Netek R., Balun M. WebGIS Solution for Crisis Management Support – Case Study of Olomouc Municipality (2014). Computational Science and Its Applications – ICCSA 2014. ICCSA 2014. Lecture Notes in Computer Science, vol 8580
- Nétek R., Burian T. (2018) WebGIS 2.0 Platform for Earthquakes Visualization. In 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. Sofia : International Multidisciplinary Scientific

- GeoConference-SGEM, 2018, s. 537-542. ISBN 978-619-7408-40-9. DOI 10.5593/sgem2018/2.2/S08.067
- Nétek R., Voženilek V., Vondráková A. (2018) WebGIS 2.0 As Approach for Flexible Web-based Map Application. In ICGDA '18: 2018 the International Conference on Geoinformatics and Data Analysis. New York : Association for Computing Machinery, 2018, s. 1-5. ISBN 978-1-4503-6445-4. DOI 10.1145/3220228.3220234
- Nétek, R. (2013). HTML5 & RIA jako nová éra WebGIS? . Sborník příspěvků, Symposium GIS Ostrava 2013, VŠB-TU Ostrava.
- Nétek, R. (2015): Rich Internet application pro podporu rozhodovacích procesů integrovaného záchranného systému. Disertační práce. Univerzita Palackého v Olomouci, 162 s, ISBN 978-80-244-4805-3
- Netek, R., Masopust, J., Pavlíček, F., & Pechanec, V. (2020). Performance Testing on Vector vs. Raster Map Tiles—Comparative Study on Load Metrics. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(2), 101.
- Netek, R., Pour, T., & Slezakova, R. (2018). Implementation of heat maps in geographical information system—exploratory study on traffic accident data. *Open Geosciences*, 10(1), 367-384.
- Netmonitor (2020). Češi online 2020. [online]. Dostupné z URL: https://www.netmonitor.cz/sites/default/files/prilohy/Cesi_Online_2020_Infografika_SPIR.pdf
- Neumann A. (2016). Web mapping and web cartography. In: S. Shekhar et al. (eds.), *Encyclopedia of GIS*. Springer, Berlin. DOI 10.1007/978-3-319-23519-6_1485-2
- Newmapsplus (2020). Lesson 05: Spatial Joins, Hexbins, and Heat Mapping. College of Arts & Sciences, University of Kentucky. [online] Dostupné z URL: http://newmapsplus.github.io/map671/05_2018/
- O'hurtado D. (2020). Make a Covid-19 Choropleth Map in Mapbox. [online] Dostupné z URL: <https://towardsdatascience.com/make-a-covid-19-choropleth-map-in-mapbox-5c93ac86e907>
- Openwhatevermap (2020). [online] Dostupné z URL: <http://openwhatevermap.xyz/>
- Otevřená data (2020). Otevřená data blíže. [online]. Dostupné z URL: <https://opendata.gov.cz/informace:otevřená-data-blíže>
- Owczarek B., Nawrocki T. (2018). Pożegnanie z Google Maps. [online] Dostupné z URL: <https://www.gdziepolek.pl/blog/pozegnanie-z-google-maps>
- Panda, D. (2005). "An Introduction to Service-Oriented Architecture: a Java Developer Perspective." [online]. Dostupné z URL: <http://www.onjava.com/pub/a/onjava/2005/01/26/soa-intro.html>.
- Pánek, J., Ivan, I., & Macková, L. (2019). Comparing residents' fear of crime with recorded crime data—Case study of Ostrava, Czech Republic. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(9), 401.
- Pascale, D. (2003). A Review of RGB Color Spaces: from xyY to R'G'B. 35 s.
- Pavlíček F. (2017). Tvorba map v gridové struktuře v QGIS. [online] Dostupné z URL: <https://gisportal.cz/tvorba-map-v-gridove-strukture-v-qgis/>
- Pavlíček F. (2019). Analýza generování rastrových a vektorových mapových dlaždic. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Perfetti Ch. (2007). 5-Second Tests: Measuring Your Site's Content Pages. [online] Dostupné z URL: https://articles.ue.com/five_second_test/
- Pernice, K. (2017). F-shaped pattern of reading on the web: Misunderstood, but still relevant (even on mobile). Nielsen Norman Group.
- Peterson, M. P. (2015). Evaluating mapping APIs. In *Modern Trends in Cartography* (pp. 183-197). Springer, Cham.
- Peterson, M.P. (2003): *Maps and the Internet*. Elsevier: Amsterdam, 451 pp.

- Pilgrim, M. (2014). "Říkejme tomu (plocha na) kreslení." [online]. Dostupné z URL: <http://kniha.html5.cz/canvas.html>.
- Pítra, L. (2015). "Google a mobilní přívětivost webu." [online]. Dostupné z URL: <http://www.lukaspitra.cz/google-a-mobilni-privetivost-webu/>.
- Plánka L. (2007). Kartografie I. Podkladové materiály pro přednáškový cyklus předmětu „Kartografie I“. VŠB-TU Ostrava. Dostupné z URL: https://www.hgf.vsb.cz/export/sites/hgf/544/content/galerie-souboru/planka/kartografie_I/KARTOGRAFIE_I_02_DILA_STUDENTI.pdf
- Plánka L. (2014). Kartografie I. Část 1. Studijní opory pro studijní programy s prezenční i kombinovanou formou studia. VŠB-TU Ostrava. 208 s.
- Polzer J. (2016). Přehled síťových protokolů. [online]. Dostupné z URL: <https://www.napocitaci.cz/33/prehled-sitovych-protokolu-uniqueidgOkE4NvrWuNY54vrLeM679J16DIUpi9bayX0xicUK50/>
- Pravda, J., Kusendová, D. (2004). Počítačová tvorba tematických map. Bratislava: Univerzita Komenského. 264 s. ISBN 80-223-2011-0.
- Pravda, J., Kusendová, D. (2007). Aplikovaná kartografia. Bratislava: Geo-grafika. 224 s. ISBN 978-80-89317-00-4. 233
- ProgrammableWeb (2018). Time to Challenge Google Maps Pricing. [online] Dostupné z URL: <https://www.programmableweb.com/news/time-to-challenge-google-maps-pricing/elsewhere-web/2018/08/26>
- Quintagroup (2020). SO, WHAT'S A RESPONSIVE WEB DESIGN? [online] Dostupné z URL: <https://quintagroup.com/services/web-design/responsive-web-design>
- Rabinowitz, Phil (2013). Section 16. Geographic Information Systems: Tools for Community Mapping. Community Tool Box, Work Group for Community Health Development, University of Kansas. Retrieved from: <http://ctb.ku.edu/en/table-of-contents/assessment/assessing->
- Rahman M. M. (2017). Legend-less Maps. [online]. University of Twente. URL: https://cartographymaster.eu/wp-content/theses/2017_Rahman_Thesis.pdf
- Rapant P. (2009). Geoinformační technologie II. [online] VŠB-TU Ostrava, Institut Geoinformatiky, 2009. Dostupné z URL: http://gis.vsb.cz/rapant/vyukove_materialy/LS/GIT_FEI/Prezentace/GIT_FEI_2009_02.pdf
- RapidAPI (2020). The Top 10 Mapping & Maps APIs. [online] Dostupné z URL: <https://rapidapi.com/blog/top-map-apis/>
- Reid E. (2020). A look back at 15 years of mapping the world. Blog Google. [online] Dostupné z URL: <https://blog.google/products/maps/look-back-15-years-mapping-world/>
- Reichenbacher, T. (2004). Mobile cartography: adaptive visualisation of geographic information on mobile devices (pp. 36-42). München: Verlag Dr. Hut.
- Ricker, B., and Roth, R. E. (2018). Mobile Maps and Responsive Design. The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge (2nd Quarter 2018 Edition), John P. Wilson (Ed). DOI:10.22224/gistbok/2018.2.5.
- Rød, J. K., Ormeling, F., & Van Elzakker, C. (2001). An agenda for democratising cartographic visualisation. Norsk Geografisk Tidsskrift, 55(1), 38–41.
- Roth, R. E. (2013). Interactive maps: What we know and what we need to know. Journal of Spatial Information Science, 2013(6), 59-115.
- Roth, R. E., Kelly, M., Underwood, N., Lally, N., Vincent, K., & Sack, C. (2019). Interactive & multiscale thematic maps: Preliminary Results from an Empirical Study.
- Roth, R. E., Kelly, M., Underwood, N., Lally, N., Vincent, K., & Sack, C. (2019). Interactive & multiscale thematic maps: Preliminary Results from an Empirical Study. In Abstracts of the ICA-29th International

- Cartographic Conference (Vol. 1, p. 315).
- Sack, C. (2017). Web Mapping. The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge (4th Quarter 2017 Edition), John P. Wilson (ed.). DOI: 10.22224/gistbok/2017.4.11
- Sanchez I. (2020). Leaflet vs OL3. [online] Dostupné z URL: <https://ivansanchez.github.io/leaflet-vs-openlayers-slides/#/>
- Santora J. (2020). 6 Reasons Why Popups, Welcome Gates and Slide-Ins Suck. [online]. URL: <https://optinmonster.com/6-reasons-pop-ups-welcome-gates-and-slide-ins-suck-and-the-solution/>
- Sedlák J. (2018). Dostupné z URL: Lukačovičovo Windy jako první integruje data o bouřkách a blescích. [online] Lupa.cz. <https://www.lupa.cz/aktuality/lukacovicovo-windy-jako-prvni-integruje-data-o-bourkach-a-blescich/>
- Seemann P. (2016). Geografický informační systém církevní správy v českých zemích v raném novověku. Disertační práce. ČVUT Praha.
- Schmidt M. (2014). Mission International Cartographic Association. [online]. Dostupné z URL: <https://icaci.org/mission/>
- Schreiner, V. (2007). Implementace SOA pomocí moderních ICT principů. Brno, Masarykova Univerzita.
- Schwartz J. (2018). Bing Maps Tile System. [online] Dostupné z URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/bingmaps/articles/bing-maps-tile-system>
- Similarweb (2020). Top Websites Ranking. [online]. Dostupné z URL: <https://www.similarweb.com/top-websites/category/reference-materials/maps/>
- Skopeliti, A., & Stamou, L. (2019). Online Map Services: Contemporary Cartography or a New Cartographic Culture? ISPRS International Journal of Geo-Information, 8(5), 215.
- Slezáková R. (2017). Specifikace nasazení metody "Heat-map" ve webové i analogové kartografii. Diplomová práce. Katedra geoinformatiky, Univerzita Palackého v Olomouci. Dostupné z URL: <http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/slezakova17/>
- Snazzy Maps (2020). Free Styles For Google Maps. [online] Dostupné z URL: <https://snazzymaps.com/>
- Socialmedianewbieblog (2016). Web 2.0, 3.0, 4.0 ... what's next? [online] Dostupné z URL: <https://socialmedianewbieblog.wordpress.com/2016/03/24/web-2-0-3-0-4-0-whats-next/>
- Song, Y. (2019). Time. The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge (4th Quarter 2019 Edition), John P. Wilson (ed.). DOI: 10.22224/gistbok/2019.4.7.
- Stachoň Z. (2009). Automatizované umísťování popisu na mapách pro krizový management. Disertační práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta.
- Statista (2020). Number of internet users worldwide from 2005 to 2019 [online]. Dostupné z URL: <https://www.statista.com/statistics/273018/number-of-internet-users-worldwide/>
- Stefanakis E. (2015). Map Tiles and cached map services. In: GoGeomatics. Magazine of GoGeomatics Canada. 2015. Dostupné z URL: http://www2.unb.ca/~estef/papers/go_geomatics_stefanakis_december_2015.pdf
- Stopper, R., Sieber, R., & Schnabel, O. (2012). Introduction to multimedia cartography. Cartography for Swiss Higher Education.
- Szukalski B. (2020). Pop-ups: adding charts. [online] ArcGIS blog. Dostupné z URL: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-online/mapping/configure-pop-ups-charts/>
- Šavrič B., Kennedy M. (2020). Map Projections in ArcGIS. [online] Dostupné z URL: <https://storymaps.arcgis.com/stories/ea0519db9c184d7e84387924c84b703f>
- Šíma J. (2015): Ožehavé problémy normalizace a užívání české terminologie v geoinformatice. Arcrevue

04/2015, Arcdata Praha.

Šimbera (2018): Moderní geoinformační metody ve výuce GIS, kartografie a DPZ. [online]. Výukový text, Univerzita Karlova v Praze. Dostupné z URL: <https://www.natur.cuni.cz/geografie/geoinformatika-kartografie/ke-stazeni/projekty/moderni-geoinformacni-metody-ve-vyuce-gis-kartografie-a-dpz/souradnicove-systemy/>

Šulek M. (2018). Jak se kreslí realtime volební mapy pro statisíce lidí. [online] Dostupné z URL: <https://marcel.sulek.eu/2018/02/05/volebni-mapy.html>

Tait, A. (2018). Visual Hierarchy and Layout. The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge (2nd Quarter 2018 Edition), John P. Wilson (ed.). DOI: 10.22224/gistbok/2018.2.4

Tennekes, M. (2018). tmap: Thematic Maps in R. *Journal of Statistical Software*, 84(6), 1-39.

Tilio, L. (2009). Webgis 2.0 - democracy per la programmazione economica, Università degli Studi Basilicata.

Tolochko, R. C. (2016). Contemporary Professional Practices in Interactive Web Map Design (Thesis). University of Wisconsin-Madison, Madison, WI.

Tsou, M.T. (2013). Revisiting Web Cartography in the United States: The Rise of User-Centered Design. *Cartogr. Geogr. Inf. Sci.*, 38, 250–257.

UCGIS (2020). GIS&T Body of Knowledge. [online]. University Consortium for Geographic Information Science. ISSN 2577-2848. Dostupné z URL: <https://gistbok.ucgis.org/>

Ulsh A. (2018). 5 data visualization techniques for Atlas. [online] Blog Mapbox. Dostupné z URL: <https://blog.mapbox.com/5-data-visualization-techniques-for-atlas-7136e55cf231>

United Nations. Dept. of Social Affairs. (1949). Modern cartography: base maps for world needs. United Nations.

Václavík J. (2015). Jak vyvíjet mobilní aplikace. [online]. Dostupné z URL: <http://janvaclavik.cz/jak-vyvijet-mobilni-aplikace/>

Veenendaal, B.; Brovelli, M.A.; Li, S. (2017). Review of Web Mapping: Eras, Trends and Directions. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2017, 6, 317. Dostupné z URL: <https://www.mdpi.com/2220-9964/6/10/317>

Viliš T. (2013). Znakový klíč pro tvorbu mapy Stěhování národů. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Dostupné z URL: <http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/bakalarske/vilis13/>

Vlčková E. (2018). Datové zdroje GIS. [online] Dostupné z URL: <http://ku.licka.cz/>

Vodňanská K. (2016). Publikování geoprocessing nástrojů v prostředí ArcGIS Serveru. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci.

Vondráková A. (2007). Pohyb městské populace a jeho kartografická vizualizace. Bakalářská práce. Katedra geoinformatiky, Univerzita Palackého v Olomouci.

Vondráková A. (2013). Netechnologické aspekty mapové tvorby v atlasové kartografii. Disertační práce. Univerzita Palackého v Olomouci.

Vondráková, A., & Vozenilek, V. (2016). USER PREFERENCES IN IMAGE MAP USING. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 41.

Vozenílek, V. (2007) Agenda současné počítačové kartografie, Konference GIS Ostrava 2007. Dostupné z URL: http://gisak.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2007/sbornik/Referaty/Sekce7/Vozenilek.pdf

Vozenílek, V. (1999). Aplikovaná kartografie I: tematické mapy. Univerzita Palackého.

Vozenílek V. (2014). Aspects of the Thematic Atlas Compilation. In Brus, Jan, Alena Vondrakova, and Vit Vozenilek, eds. *Modern trends in cartography: Selected papers of CARTOCON 2014*. Springer.

Vozenílek V. (2005). Cartography for GIS – geovisualization and map communication. Univerzita Palackého

v Olomouci, Olomouc, 140 s. ISBN 80-244-1047-8

Voženílek V. (1998). Geografické informační systémy I. Pojetí, historie, základní komponenty. Olomouc: vydavatelství Univerzity Palackého, 173 s. ISBN 80-7067-802-X.

Voženílek V. (2009). Gramotné čtení map. *Vesmír* 88, 640, 2009/10. Dostupné z URL: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2009/cislo-10/gramotne-cteni-map.html>

Voženílek V., Kaňok J. a kol. (2011). *Metody tematicke kartografie*. Olomouc: Univerzita Palackeho.

Voženílek V., Néték R. (2019). Multimedia Elements. In *Atlas Cookbook*. ICA Commission on Atlases. [online] Dostupné z URL: https://atlas.icaci.org/wp-content/uploads/2019/07/Cookbook_6-Multimedia_Elements.pdf

Vrtiška O. (2017). Přemýšlej, než začneš kreslit. *Vesmír* 96, 688, 2017/12. Dostupné z URL: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2017/cislo-12/premyslej-nez-zacnes-kreslit.html>

VÚGTK (2020). *Slovník VÚGTK* [online]. Dostupné z URL <https://www.vugtk.cz/slovník/>

W3C (2017). W3C Mission. [online]. Dostupné z URL: <https://www.w3.org/Consortium/mission>

Walimbe S. (2020). Four major trends in GIS market by 2024. [online]. *Geospatialworld*. Dostupné z URL: <https://www.geospatialworld.net/blogs/four-major-trends-in-gis-market-by-2024/>

Wallach O. (2020). How Big Tech Makes Their Billions. [online]. Dostupné z URL: <https://www.visualcapitalist.com/how-big-tech-makes-their-billions-2020/>

Walton A. L. (2017). Dots vs. polygons: How I choose the right visualization. [online] *Blog Mapbox*. Dostupné z URL: <https://blog.mapbox.com/right-way-visualize-data-945d6010fab0>

White, T. (2017). Symbolization and the Visual Variables. *The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge* (2nd Quarter 2017 Edition), John P. Wilson (ed.). DOI: 10.22224/gistbok/2017.2.3

Wiki.openstreetmap.org (2019). Zoom levels. [online] Dostupné z URL: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Zoom_levels

Williams, C. (2019). Raster Formats and Sources *The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge* (4th Quarter 2019 Edition), John P. Wilson (Ed.). DOI: 10.22224/gistbok/2019.4.11

Williams, J. (2012). Introducing The Concept Of Web 3.0. [online] Dostupné z URL: <http://www.tweakandtrick.com/2012/05/web-30.html>.

Woodruff A. (2018). Contour maps in a web browser. [online] *Axismaps*. Dostupné z URL: <https://www.axismaps.com/blog/2018/04/contours-in-browser/>

Yamamoto M., Camara G., Lorena L. (2005). Fast Point-Feature Label Placement Algorithm for Real Time Screen Maps. *GEOINFO 2005 - 7th Brazilian Symposium on GeoInformatics*

Zajícová H. (2020). *Zpracování rozboru udržitelného rozvoje území pomocí gridové analýzy*. Diplomová práce. Katedra geoinformatiky, Univerzita Palackého v Olomouci. URL: <http://geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/zajicova20/>

Zbiejczuk, A. (2007). *Web 2.0 - charakteristiky a služby*. Masarykova univerzita.

Zeměměřičský úřad (2020). *Geoprohlížeč*. [online] Dostupné z URL: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>

Zimmermann M. (2012). *Kartografické vyjadřovací prostředky v prostředí Google Maps*. Bakalářská práce. Masarykova Univerzita.

Zwrtková N. (2020). *Mapy.cz hlásí milion uživatelů aplikace proti koronaviru*. [online] *Seznam Zprávy*. Dostupné z URL: <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/mapy-cz-hlasi-milion-uzivatelu-aplikace-proti-koronaviru-101211>

<h1> Poděkování </h1>

Autor vřele děkuje oběma oponentům práce, doc. Jiřímu Cajthamlovi a doc. Otakaru Čerbovi, za podnětné připomínky a zpětnou vazbu při sestavování publikace.

Za rady při sestavování obsahu publikace patří poděkování dr. Stanislavu Popelkovi, dr. Aleně Vondrákové a Mgr. Tomáši Burianovi, za pomoc při sazbě a návrhu obálky Mgr. Jakubu Koničkovi.

Obrovský dík patří prof. Vítu Voženilkovi za odborné rady, podporu při sestavování publikace i profesní nasměrování.

Největší poděkování směřuje manželce a dětem, za jejich podporu a trpělivost.

</h1> O autorovi



Mgr. Rostislav Netek, Ph.D.

Katedra geoinformatiky
Univerzita Palackého v Olomouci
rostislav.netek@upol.cz

Rostislav Netek je absolventem magisterského i doktorského studia oboru Geoinformatika a kartografie na Katedře geoinformatiky, Přírodovědecké fakulty, Univerzity Palackého v Olomouci. Od září 2015 působí na stejném pracovišti jako odborný asistent.

Zaměřuje se na propojení kartografie a geoinformatiky s webovými technologiemi, vizualizací a sdílením prostorových dat na internetu a strategií otevřených softwarů či dat. Jeho odbornou profilací je webová kartografie, geoinformační technologie, open source a krizový management. V rámci komerčních aktivit se věnuje webdesignu a vývoji webových řešení. Absolvoval řadu zahraničních výzkumných stáží (Rakousko, Peru, Švýcarsko, Island, Norsko, Maďarsko, Řecko, Španělsko), zpravidla se zaměřením na vývoj geoinformatických produktů.

Je propagátorem webových open source technologií, členem odborné skupiny "Open source a open data" při České asociaci pro geoinformace a zástupcem katedry v celosvětové síti laboratoří ICA-OSGeo.

KATALOGIZACE V KNIZE - NÁRODNÍ KNIHOVNA ČR

Nétek, Rostislav, 1985-

Webová kartografie - specifika tvorby interaktivních map na webu / Richard Nétek. -- 1. vydání. --
Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2020. -- 196 stran

Nad názvem: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra geoinformatiky.
-- Obsahuje bibliografii a bibliografické odkazy

ISBN 978-80-244-5827-4 (brožováno)

* 528.9:004.738.5 * 912.43:004.9 * (048.8)

- webová kartografie
- digitální mapy
- monografie

528 - Geodezie. Kartografie [7]

Webová kartografie – specifika tvorby interaktivních map na webu

Rostislav Néték

Výkonný redaktor: Mgr. Miriam Delongová

Odpovědný redaktor: Mgr. Jiří Slavík

Obálka a sazba: Mgr. Jakub Koniček

Publikace neprošla redakční jazykovou úpravou ve vydavatelství

Vydala Univerzita Palackého v Olomouci, Křížkovského 8, 771 47 Olomouc,
pro Katedru geoinformatiky jako její 84. publikaci

Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci

www.vydavatelstvi.upol.cz

www.e-shop.upol.cz

Vytiskl powerprint, s. r. o., Brandejsovo nám. 1219/1, 165 00, Praha-Suchdol

Olomouc 2020

1. vydání

ISBN 978-80-244-5827-4