

**Univerzita Palackého v Olomouci**

**Přírodovědecká fakulta**

**Katedra geoinformatiky**

# **NÁVRH PLATFORMY PRO HODNOCENÍ WEBOVÝCH MAP**

**Bakalářská práce**

**Jakub HERMANN**

**Vedoucí práce RNDr. Rostislav NÉTEK Ph.D.**

**Olomouc 2026**

**Geoinformatika a kartografie**

## **ANOTACE**

Hlavním cílem bakalářské práce je navrhnout a otestovat otevřenou platformu pro hodnocení primárně webových map. Na základě pravidel, konvencí, trendů a doporučení v oblasti webové kartografie shromážděných na základě rešerše student sestaví pilotní sérii hodnoticích kritérií. Ty vhodně rozdělí do témat/okruhů (konstrukční základy, kompoziční prvky, kartografické metody, technologické aspekty apod.). Následně navrhne, sestaví a otestuje platformu, která formou průvodce (checklistu) umožní na základě stanovených kritérií ohodnotit libovolné webové mapové dílo, včetně vygenerování závěrečného reportu. Důraz je kladen především na výběr a rozdělení hodnoticích kritérií, a současně na samotný průběh a způsob vyhodnocení těchto kritérií. Následně bude aplikace prověřena uživatelským testováním, jehož výsledek určí praktickou použitelnost vytvořené platformy. Platforma bude koncipována jako otevřená, aby umožňovala editaci hodnoticích kritérií dle potřeb uživatele, včetně základní administrace. Veškeré výsledky bakalářské práce, včetně funkční aplikace, jsou dostupné na webových stránkách bakalářské práce nebo na webu katedry.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

webová kartografie; webová aplikace; hodnocení webových map; hodnoticí kritéria

Počet stran práce: 45

Počet příloh: 4 (z toho 2 volné a 2 vázané)

## **ANNOTATION**

The main objective of this bachelor thesis is to design and test an open platform for the evaluation of web map applications. Based on rules, conventions, trends and recommendations in the field of web cartography identified through a literature review, a pilot set of evaluation criteria is created. These criteria are structured into thematic categories such as cartographic, technological, user-oriented and security aspects. Subsequently, an application is designed and implemented in the form of an interactive checklist that allows users to evaluate a selected web map application step by step according to the defined criteria. Based on the user input, the application generates a final report summarizing the evaluation results. The platform is designed as an open system that enables users to modify, extend and manage evaluation criteria according to their specific needs. The functionality and usability of the application are verified through user testing, which provides feedback on the clarity, usability and practical applicability of the proposed solution.

## **KEYWORDS**

web cartography; web application; web map evaluation; evaluation criteria

Number of pages: 45

Number of appendixes: 4

**Prohlašuji, že**

- bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

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

- beru na vědomí, že Univerzita Palackého v Olomouci (dále UP Olomouc) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou/diplomovou práci užívat (§ 35 odst. 3),

- souhlasím, že údaje o mé bakalářské/diplomové práci budou zveřejněny ve Studijním informačním systému UP,

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

- použít výsledky a výstupy mé bakalářské práce nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem UP Olomouc, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly UP Olomouc na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Olomouci dne 6. května 2026

Jakub Hermann

Děkuji vedoucímu práce RNDr. Rostislavu Nétkovi Ph.D. za odborné vedení, cenné připomínky a podněty v průběhu zpracování bakalářské práce. Jeho konzultace významně přispěly k výsledné podobě řešení.

Dále děkuji všem respondentům, kteří se zapojili do uživatelského testování aplikace a poskytli zpětnou vazbu.

# UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2024/2025

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Jakub HERMANN  
Osobní číslo: R23656  
Studijní program: B0532A330011 Geoinformatika a kartografie  
Téma práce: Návrh platformy pro hodnocení webových map  
Zadávající katedra: Katedra geoinformatiky

### Zásady pro vypracování

Cílem práce je navrhnout a otestovat otevřenou platformu pro hodnocení primárně webových map. Na základě pravidel, konvencí, trendů a doporučení v oblasti webové kartografie student sestaví pilotní sérii hodnotících kritérií. Ty vhodně rozdělí do témat/okruhů (konstrukční základy, kompoziční prvky, kartogr. metody, technologické aspekty apod.). Následně navrhne, sestaví a otestuje platformu, která formou průvodce (checklistu) umožní na základě stanovených kritérií (např. povinné, doporučené, volitelné) ohodnotit libovolné mapové dílo, včetně vygenerování závěrečného reportu. Platforma bude koncipována jako otevřená, aby umožňovala editaci hodnotících kritérií dle potřeb uživatele, včetně základní administrace.

Text práce student zpracuje v souladu se závaznou šablonou pro kvalifikační práce KGI. O bakalářské práci student vytvoří webovou stránku a poster. Celou práci (text, přílohy, výstupy, zdrojová a vytvořená data, poster a web) odevzdá student v digitální podobě na datové úložiště katedry. Do evidence STAG student odevzdá úplný text práce s přílohami, které určí vedoucí práce. Fyzicky student odevzdá pouze přílohy určené vedoucím práce.

Rozsah pracovní zprávy: max. 50 stran  
Rozsah grafických prací: dle potřeby  
Forma zpracování bakalářské práce: elektronická

### Seznam doporučené literatury:

#### Literatura

- Nétek, R. (2020). *Webová kartografie – specifika tvorby interaktivních map na webu*. Univerzita Palackého v Olomouci. 196 s. ISBN 978-80-244-5827-4.
- Zhou, Q., & Fan, C. (2020). "Web-based interactive cartography: A review of recent progress and future directions." *International Journal of Digital Earth*, 13(2), 222-245.
- Fu, P., & Sun, J. (2011). *Web GIS: principles and applications* (pp. 89-114). Redlands: Esri Press.
- Halim, D. A., & Rasam, A. R. A. (2021, December). Education 4.0 in cartography: an integrated e-learning materials portal for cartography and digital mapping course. In *Proceedings of the ICA* (Vol. 4). Copernicus GmbH.
- Edler, D. (2023). What Happens if Artificial Intelligence Represents the Cartography of the Future?!. *KN-Journal of Cartography and Geographic Information*, 73(2), 93-95.
- Muehlenhaus I. (2013). *Web Cartography: Map Design for Interactive and Mobile Devices*.
- Zhou, Q., & Fan, C. (2020). "Web-based interactive cartography: A review of recent progress and future directions." *International Journal of Digital Earth*, 13(2), 222-245.

Vedoucí bakalářské práce:

RNDr. Rostislav Néték, Ph.D.

Katedra geoinformatiky

Datum zadání bakalářské práce:

5. května 2025

Termín odevzdání bakalářské práce:

4. května 2026

L.S.

---

prof. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.  
děkan

---

prof. RNDr. Vilém Pechanec, Ph.D.  
vedoucí katedry

# OBSAH

Obsah představuje v co nejstručnější formě vyjádřenou podobu osnovy práce. Obsah je automaticky generovaný na základě číslovaných kapitol. Potom jsou uvedeny správně názvy kapitol a čísla stránek. Obsah může být na jednu nebo dvě strany. V případě dvou stran je nutné dát si pozor, aby na druhém listu začínala hlavní kapitola. Není vhodný rozpad obsahu hlavní kapitoly na dva listy. V obsahu se uvádí členění maximálně do druhé nebo třetí úrovně, i když členění textu může mít větší hloubku. Obsah se neaktualizuje automaticky. Je nutné při změně textu provést aktualizaci volbou z kontextového menu „Aktualizovat pole“. Obsah je první stranou v druhém oddílu. První oddíl nemá strany číslovány, ale počítají se. Číslování stránek textu je až od druhého oddílu v zápatí stránky. Čísla stránek X v obsahu je nutné doplnit ručně.

|                                                            |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....</b>                      | <b>9</b>  |
| <b>ÚVOD .....</b>                                          | <b>10</b> |
| <b>1 CÍLE PRÁCE .....</b>                                  | <b>11</b> |
| <b>2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY .....</b>           | <b>12</b> |
| 2.1 Webová kartografie, webová mapa a webové mapování..... | 12        |
| 2.2 Vývoj a trendy webových map.....                       | 12        |
| 2.3 GIS a jeho role ve webové kartografii .....            | 13        |
| 2.4 Aspekty tvorby webové mapové aplikace .....            | 13        |
| 2.5 Pravidla a konvence ve webové kartografii.....         | 14        |
| 2.6 Hodnocení UI.....                                      | 18        |
| 2.6.1 Hodnocení webových mapových aplikací .....           | 20        |
| <b>3 METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ .....</b>                  | <b>24</b> |
| <b>4 NÁVRH A VÝVOJ ŘEŠENÍ .....</b>                        | <b>27</b> |
| 4.1 Tvorba kategorií a kritérií .....                      | 28        |
| 4.2 Vývoj manuální aplikace .....                          | 30        |
| 4.2.1 Architektura aplikace .....                          | 30        |
| 4.2.2 Funkcionalita, možnosti a UI.....                    | 31        |
| 4.3 Omezení řešení .....                                   | 36        |
| 4.4 Testování aplikace.....                                | 37        |
| <b>5 VÝSLEDKY .....</b>                                    | <b>40</b> |
| 5.1 Návrh hodnoticích kritérií .....                       | 40        |
| 5.2 Realizace webové aplikace .....                        | 40        |
| 5.3 Shrnutí dosažených výsledků .....                      | 42        |
| <b>6 DISKUZE .....</b>                                     | <b>43</b> |
| <b>7 ZÁVĚR .....</b>                                       | <b>45</b> |
| <b>POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE .....</b>        | <b>46</b> |
| <b>PŘÍLOHY</b>                                             |           |

# SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

| <b>Zkratka</b> | <b>Význam</b>                                  |
|----------------|------------------------------------------------|
| AI             | Artificial Intelligence                        |
| API            | Application Programming Interface              |
| CSS            | Cascading Style Sheets                         |
| DOM            | Document Object Model                          |
| GIS            | geografický informační systém                  |
| HTML           | HyperText Markup Language                      |
| ICA            | International Cartographic Association         |
| ISO            | International Organization for Standardization |
| JSON           | JavaScript Object Notation                     |
| JS             | JavaScript                                     |
| OGC            | Open Geospatial Consortium                     |
| PDF            | Portable Document Format                       |
| SUS            | System Usability Scale                         |
| UEQ            | User Experience Questionnaire                  |
| UI             | User Interface                                 |
| UX             | User Experience                                |
| UCD            | User-Centred Design                            |
| WWW            | World Wide Web                                 |

# ÚVOD

V současné době dochází k výraznému rozvoji webových mapových aplikací, které jsou běžnou součástí každodenního života i odborné praxe. Mapy jsou dnes dostupné širokému spektru uživatelů a jejich tvorba je čím dál tím více přístupná. Tvorba webových map již není výhradně doménou kartografů, ale také vývojářů, analytiků či širší veřejnosti. Tento trend přináší nové možnosti práce s prostorovými daty, zároveň však zvyšuje nároky na kvalitu, srozumitelnost a správnost výsledných mapových děl.

Webová kartografie navazuje na principy tradiční kartografie, avšak rozšiřuje je o interaktivitu, dynamiku a nové technologické aspekty. V praxi se tak setkávají kartografická pravidla s požadavky na uživatelské rozhraní, funkcionalitu nebo dostupnost. V důsledku toho vznikají mapové aplikace velmi rozdílné kvality, u nichž často chybí systematický přístup k jejich návrhu a provedení. Přestože existuje řada doporučení, metod a dílčích studií, neexistuje jednotný a přehledný nástroj či seznam pravidel, který by umožnil komplexní posouzení kvality webových mapových aplikací.

Potřeba takového nástroje vychází nejen z hlediska odborné kartografické praxe, ale také z praktických požadavků uživatelů. Tvůrci map často postrádají jednoduchý způsob, jak ověřit, zda jejich aplikace splňuje základní kartografické, technologické a uživatelské požadavky. Současně může být pro začínající uživatele obtížné orientovat se v množství pravidel a doporučení, která nejsou sjednocena do jednoho přehledného systému.

Tato práce se zaměřuje na návrh a realizaci otevřené platformy pro hodnocení webových mapových aplikací. Cílem je převést existující pravidla, konvence a doporučení na jedno místo do prakticky využitelné podoby ve formě hodnoticího nástroje. Výsledkem je webová aplikace, která umožňuje systematické hodnocení map pomocí strukturovaného checklistu a poskytuje uživateli přehledný výstup ve formě závěrečného reportu. Tento nástroj poskytuje začínajícím a méně zkušeným producentům kontrolu základních aspektů, a vzhledem k možnosti vlastního rozšíření, má ale aplikace potenciál i pro zkušené kartografy a odborníky.

# 1 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je navrhnout a otestovat otevřenou platformu pro hodnocení primárně webových map. Platforma má sloužit jako univerzální nástroj umožňující systematické posouzení kvality mapových děl na základě předem definovaných hodnoticích kritérií vycházejících z pravidel, konvencí, trendů a doporučení v oblasti webové kartografie.

Teoretickým cílem práce je provedení rešerše odborných zdrojů zaměřených na webovou kartografii, kartografická pravidla, uživatelskou přívětivost, technologické aspekty webových map a současné přístupy k hodnocení mapových děl. Rešerše slouží jako východisko pro identifikaci klíčových principů a doporučení, která jsou relevantní pro hodnocení kvality webových map, a zároveň poskytuje přehled existujících metod, nástrojů a přístupů k evaluaci kartografických výstupů. Na základě teoretických poznatků je hlavním praktickým cílem práce sestavení pilotní sady hodnoticích kritérií, která budou sloužit jako základ pro posuzování mapových děl. Tato kritéria budou logicky strukturována do tematických okruhů, jako jsou kartografické nebo technologické aspekty. Kritéria budou rozdělena do kategorií a formulována s důrazem na jejich srozumitelnost, jednoznačnost a praktickou použitelnost.

Dalším cílem práce je návrh, realizace a otestování samotné hodnoticí platformy. Platforma bude fungovat formou manuálního checklistu, jenž umožní uživateli krok za krokem hodnotit mapové dílo podle stanovených kritérií a na základě zadaných odpovědí automaticky generovat závěrečný hodnoticí report. Součástí řešení je také návrh základní administrace, která umožní editaci, úpravu či rozšíření hodnoticích kritérií dle individuálních potřeb uživatele.

Praktická využitelnost navržené platformy bude ověřena prostřednictvím provedení uživatelského testování. Výsledky těchto studií poslouží k posouzení funkčnosti, přehlednosti a přínosu platformy pro hodnocení webových map a k identifikaci jejich silných stránek i případných limitů.

Výsledkem práce je vytvořit ucelený a flexibilní nástroj pro hodnocení webových map, který může sloužit jak odborné kartografické obci, tak studentům či začínajícím tvůrcům map jako pomůcka pro kontrolu a zvyšování kvality mapových děl.

## 2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Vývoj, principy a současné trendy v oblasti webové kartografie, zásady moderní mapové tvorby ve webovém prostředí a přístupy k hodnocení kvality mapových děl se v posledních desetiletích dynamicky mění. Přestože existuje řada odborných zdrojů, pravidel a doporučení, neexistuje jednotný a obecně přijímaný soubor kritérií, který by tvůrci webových mapových aplikací mohli využít jako univerzální seznam požadavků pro jejich tvorbu nebo hodnocení.

### 2.1 Webová kartografie, webová mapa a webové mapování

Termín webová kartografie je nutné odlišit od pojmů webová mapa a webové mapování. Zatímco webová mapa označuje samotný mapový produkt dostupný prostřednictvím webu a webové mapování se soustředí především na technické zpřístupnění map v prostředí WWW (World Wide Web), webová kartografie představuje širší a komplexnější proces. Nezahrnuje pouze vlastní tvorbu a publikaci mapy, ale také fázi návrhu, volbu dat, způsob použití mapy, uživatelskou interakci, testování a respektování kartografických i webových pravidel (Nétek, 2020). Podle Sack (2017) lze webovou mapu chápat jako mapu publikovanou a zpřístupněnou pomocí webu, obvykle jako součást webové stránky.

Webová kartografie vychází z principů tradiční kartografie, kterou Voženílek, Kaňok a kol. (2011) chápou jako vědu, technologii i umění tvorby map. Hlavní rozdíl spočívá v médiu, pro které je mapa vytvářena. Webové prostředí umožňuje interaktivitu, dynamické dotazování, práci s časem, kombinování vrstev, animace nebo personalizaci obsahu. Zároveň však přináší nové nároky na technické řešení, uživatelské rozhraní a optimalizaci mapy pro různá zařízení. Webová kartografie proto nestojí pouze na převodu tradičních mapových zásad do digitální podoby, ale na jejich přizpůsobení specifikům webového prostředí.

V této práci je dále jako hlavní hodnocený objekt chápána webová mapová aplikace, tedy řešení zahrnující samotnou webovou mapu, uživatelské rozhraní a funkční prvky aplikace.

### 2.2 Vývoj a trendy webových map

Vývoj webových map souvisí s rozvojem internetu, geografických informačních systémů a technologií pro práci s prostorovými daty. Původně statické mapové výstupy se postupně proměnily v interaktivní aplikace umožňující pohyb v mapě, změnu měřítka, zapínání vrstev, vyhledávání, dotazování na atributy nebo práci s uživatelským obsahem. Podle Veenendaala et al. (2017) je webové mapování založeno na propojení prostorových informací, funkcionality a uživatelů v online prostředí.

Současné webové mapové aplikace obvykle využívají architekturu klient–server, kdy jsou data a styly načítány ze serveru a výsledná interakce probíhá v prostředí webového prohlížeče. Sack (2017) uvádí, že webové mapy mohou kombinovat data uložená v databázích nebo souborech, informace o stylu vykreslované na serveru nebo klientovi a interaktivní funkce prováděné v prohlížeči. Současné trendy směřují zejména k vyšší interaktivitě, dostupnosti na různých zařízeních, responzivnímu designu, personalizaci obsahu a využívání veřejně dostupných mapových knihoven, podkladů a API (Application Programming Interface). Významnou roli v této oblasti sehrávají jak otevřené technologie, například Leaflet, OpenStreetMap nebo MapLibre, tak komerční platformy typu Google Maps.

## 2.3 GIS a jeho role ve webové kartografii

Geografické informační systémy jsou s kartografií úzce propojeny, protože umožňují sběr, správu, analýzu a vizualizaci prostorových dat. Ve webovém prostředí se tyto principy promítají do webových GIS (geografický informační systém) aplikací, které zpřístupňují geografické informace pomocí služby WWW. Podle Gudes et al. (2009) by webový GIS měl být založen zejména na použitelnosti, přesnosti dat a interaktivitě.

Webové mapové aplikace/výstupy spadají do kategorie digitální kartografie. Digitální kartografie je s GIS propojena – data, analýzy a GIS nástroje ji v podstatě tvoří, což je podrobně popsáno v knize *Geographic Information Systems and Science – 3rd Edition* (Longley et al., 2011). Ta se zabývá principy, technologiemi a aplikacemi geografických informačních systémů, autoři užívají pojem „mapa“ pro popis výstupu z GIS. Konkrétně definují mapu jako konečný výsledek řady kroků zpracování GIS dat, počínaje sběrem dat, jejich zpracováním a správou, přes řízení dat a analýzu a konče výslednou mapou.

V počátcích sloužily webové GIS aplikace převážně k jednoduchému zobrazování geografických informací a základní navigaci v mapě. Postupně se však jejich funkcionalita rozšířila o nástroje, které byly dříve typické spíše pro desktopové GIS, například editaci dat, prostorové analýzy, geoprocessing nebo síťové analýzy. Tento vývoj zároveň zvyšuje nároky na kartografickou kvalitu výsledných aplikací. Webový GIS tedy nepředstavuje pouze technologické prostředí pro publikování dat, ale také platformu, u níž je nutné hodnotit kartografickou správnost, srozumitelnost, uživatelské rozhraní a funkční přiměřenost (Black & Cartwright, 2005; Veenendaal et al., 2017).

## 2.4 Aspekty tvorby webové mapové aplikace

Tvorba webových mapových aplikací je ovlivněna řadou vzájemně propojených aspektů. Vondráková (2014) popisuje aspekt mapové tvorby jako určité hledisko nebo způsob řešení konkrétních kroků v procesu vzniku kartografického díla. V případě webových map je důležité zdůraznit, že specifika oproti analogovým mapám nevycházejí pouze z digitální podoby mapy, ale především z webu jako média. Internet ovlivňuje způsob publikace, dostupnost, interaktivitu, aktualizaci dat, technické řešení i chování uživatele (Nétek, 2020).

Pro potřeby této práce lze aspekty webových mapových aplikací rozdělit především na kartografické, technologické, uživatelské a bezpečnostní. Kartografické aspekty zahrnují zejména konstrukční základy, kompozici, legendu, měřítko, tiráž, kartografické metody, symbolizaci, barvy a vizuální hierarchii. Přestože tyto principy vycházejí z tradiční kartografie, ve webovém prostředí se jejich podoba často mění. Některé kompoziční prvky mohou být modifikovány nebo přesunuty do interaktivních panelů, zatímco jiné prvky, například vrstvy, pop-up okna, vyhledávání nebo dynamické filtry, jsou pro webové mapové aplikace specifické. Webová kartografie zároveň umožňuje využití metod a prvků, jako jsou shlukování, heatmapy, průhlednost, gridové zobrazení nebo animace, jejichž použití musí být vždy podřízeno srozumitelnosti a účelu mapy (Nétek, 2020).

Technologické aspekty se týkají především způsobu, jakým je webová mapová aplikace technicky vytvořena a zpřístupněna. V kontextu webové kartografie sem patří architektura klient–server, použité programovací jazyky a knihovny, servisně orientovaná architektura, cloudová řešení, optimalizace výkonu a přizpůsobení pro mobilní zařízení. Nétek (2020) zdůrazňuje, že tvorba digitálních a webových map vyžaduje kromě kartografických znalostí také zapojení odborníků na informační a serverové technologie.

Uživatelské aspekty se zaměřují na potřeby, znalosti a chování uživatele. Ovlivňují, zda je aplikace srozumitelná, přehledná a prakticky použitelná. Podle Vondrákové (2014)

uživatelský aspekt prostupuje celým procesem mapové tvorby a je do určité míry subjektivní, přesto je možné jej hodnotit pomocí vhodně zvolených metod. Schulz et al. (2021) upozorňují, že uživatele lze charakterizovat pomocí znalostí, preferencí, schopností a osobnosti, které ovlivňují způsob získávání a interpretace informací. Wang (2014) zároveň uvádí, že příliš velké množství informací na úvodní stránce nebo v rozhraní mapové aplikace může uživatele zmást a negativně ovlivnit jeho práci s aplikací. Proto se v současné webové kartografii stále více prosazuje přístup User-Centred Design (UCD), tedy návrh orientovaný na uživatele.

Bezpečnostní a legislativní aspekty souvisejí zejména s uvedením autorství, licencí, zdrojů dat, ochranou obsahu a transparentností informací poskytovaných uživateli. V prostředí webových mapových aplikací je důležité, aby bylo jasné, odkud data pocházejí, kdo je jejich poskytovatelem a za jakých podmínek mohou být využívána. Tyto aspekty jsou významné nejen z právního hlediska, ale také z hlediska důvěryhodnosti mapové aplikace.

## 2.5 Pravidla a konvence ve webové kartografii

Standardsy organizací jako ISO nebo OGC se věnují především obecným pravidlům pro geografickou informaci, datové modely či webové mapové služby, zatímco kompoziční a designová pravidla webových map pokrývají spíše nepřímo. Podobně výstupy a doporučení ICA představují významný odborný rámec, nejedná se však o jednotný závazný soubor pravidel pro hodnocení webových mapových aplikací. Zásadním problémem také je, že s dnešními možnostmi může digitální mapu vytvořit kdokoliv, kdo se orientuje v počítačovém prostředí, i bez znalosti základních kartografických znalostí. Zdá se, že velká část nových webových mapových aplikací ignoruje mnoho důležitých kartografických zásad – podívejte se na některé současné weby a můžete si všimnout chybějících legend, nevhodného výběru barev pro tematické mapy a dalších aspektů správně sestavených map (Haklay, 2007).

V několika odborných článcích a studiích autoři sledují prioritně schopnost uživatelů správně interpretovat dílčí aspekty mapy, které na základě výsledků následně porovnávají/hodnotí než na samotná konkrétní pravidla. V článku *Cognitive Aspects of Map Symbolology in the World School Atlases* (Voženílek a spol., 2014) je zmíněn výzkum použití technologie eye-tracking, pomocí něhož byla ve školních atlasech hodnocena řada aspektů, jako je kompozice mapy, znakový klíč, metody kartografické vizualizace.

Na rozdíl od tradiční kartografie kladou mobilní a interaktivní webové mapové aplikace větší důraz na polohu uživatelů a jednání uživatele (například nakupování, navigace a vyhledávání) než na vizualizaci prostorových jevů (například hustota obyvatelstva, míra kriminality a využití půdy) a tematický design map (například uspořádání mapových prvků, znakový klíč a typologie). Tento trend posouvá výzkumné zaměření webové kartografie od geovizualizace (zdůrazňující vizuální analytické funkce a tematické mapy) k designu zaměřenému na uživatele (UCD), včetně designu uživatelských rozhraní, dynamického obsahu map a mapovacích funkcí. Například práce *International Journal of Geo-Information Review* (Veenendaal et al., 2017) upozorňuje na potřebu nových pravidel ve webové kartografii, týkající se zejména designu, rozložení, přizpůsobení na různá zařízení. V publikaci *Web Cartography* (Kraak, Brown, 2003) v kapitole kartografické principy jsou obecným způsobem nastíněny základní pravidla a zásady tvorby map na webu. Autoři se zaměřují na to, jak aplikovat kartografické základní principy v prostředí webu, včetně výběru barev, symbolů, textů, a celkového uspořádání mapy tak, aby dobře fungovala na obrazovce. Téma zahrnuje jak tradiční kartografická pravidla (např.

přehlednost, srozumitelná symbolika), tak jejich aplikaci v digitálním prostředí, stejně jako aspekty rozhraní a uživatelského prostředí pro webové mapy.

Tematická kartografie je pro hodnocení webových mapových aplikací důležitá zejména tam, kde aplikace nezobrazuje pouze podkladovou mapu, ale také tematický obsah. Voženilek, Kaňok a kol. (2011) se v knize *Metody tematické kartografie* věnují celému procesu tvorby tematických map. V tomto případě je zdroj významný také proto, že mimo principy tematického obsahu zmiňuje i obecné elementy mapy jako je kompozice mapy, měřítko mapy, legenda, použití barev a znaků či vhodnost zvolené kartografické metody.

### **Kartografické principy v prostředí webu**

Základní kartografické zásady zůstávají relevantní i ve webovém prostředí, jejich aplikace je však ovlivněna specifiky digitálního média. Jedním z klíčových principů je vizuální hierarchie, která umožňuje uživateli rychle rozlišit důležité prvky mapy od méně významných. Správně navržená mapa by měla obsahovat dominantní prvky, harmonickou barevnou paletu a minimalizovat vizuální šum, který by mohl snižovat čitelnost mapy.

Významnou roli hraje také konzistence symbolů, a to nejen v rámci jedné mapy, ale i napříč různými měřítky. Uživatel by měl být schopen intuitivně rozpoznat význam symbolů bez nutnosti opakování vyhledávání jejich významu. Tento princip je úzce spojen s teorií vizuálních proměnných, kterou formuloval Jacques Bertin, která představuje základní rámec pro kartografickou vizualizaci dat.

Dalším důležitým aspektem je práce s barvou. Barevná schémata musí být nejen kartograficky správná, ale také přístupná pro různé skupiny uživatelů, včetně osob se zrakovým omezením. Barva je zároveň jedním z nejvýznamnějších faktorů ovlivňujících interpretaci mapy (Voženilek et al., 2014).

Základní kartografické zásady zůstávají platné i při tvorbě webových map, mění se však podmínky jejich uplatnění. Kraak a Ormeling (2010) chápou kartografii jako proces vizualizace prostorových dat, ve kterém je důležité nejen samotné zobrazení dat, ale také způsob, jakým mapa podporuje komunikaci mezi autorem a uživatelem. Tento přístup je důležitý i pro webové mapy, protože uživatel mapu často nevnímá pouze jako statický obraz, ale jako prostředí, se kterým aktivně pracuje. Z toho důvodu je nutné hodnotit nejen správnost použitých kartografických metod, ale také čitelnost, přehlednost a vhodnost celkového návrhu mapy.

Podobně Miklín et al. (2018) upozorňují, že moderní kartografie již není izolovaným oborem, ale využívá také poznatky z geoinformatiky, počítačové grafiky, databází, grafického designu, typografie nebo webových technologií. To je pro webové mapové aplikace zásadní, protože jejich kvalita kombinuje jak datový obsah, tak zároveň návrh znakového klíče, barev, popisu, kompozice, generalizace či technického způsobu publikace. Autoři zároveň zdůrazňují, že mapa by měla být čitelná, přehledná a správně uspořádaná

Pro hodnocení webových map je důležitá také skutečnost, že mapa v digitálním prostředí pracuje s jinými omezeními než mapa tištěná. Miklín et al. (2018) uvádějí, že při tvorbě elektronických map je třeba zohlednit například podporovaná kartografická zobrazení, práci s pixely při návrhu znaků, barevný model RGB nebo generalizaci dat pro různé úrovně zobrazení.

Publikace *Mapping for a Sustainable World* (Kraak et al., 2020) navazuje na obecné kartografické principy a převádí je do podoby praktických doporučení pro tvorbu tematických map. Autoři zdůrazňují, že návrh mapy je záměrný proces a že stejné téma může být zpracováno více vhodnými způsoby. Zároveň však upozorňují, že nevhodná práce s daty, rušivé symboly, špatně zvolené texty, nejasné mapové prvky nebo nevhodné používání softwaru mohou vést k chybným či zavádějícím mapám. Publikace proto

neformuluje pravidla jako pevné normy, ale spíše jako doporučení, která mají pomoci vyhnout se častým chybám v kartografickém návrhu.

### **Specifika webových map**

Webové mapy se od tradičních kartografických děl odlišují především svou interaktivitou a dynamickým charakterem. Jedním z klíčových principů je návrh mapy pro více měřítek (tzv. multiscale design), kdy se s úrovní přiblížení mění nejen množství zobrazovaných informací, ale i jejich vizuální reprezentace. Tento přístup je nezbytný pro zachování čitelnosti mapy při různých úrovních zoomu (Nétek, 2020).

Interaktivita představuje další zásadní prvek webových map. Uživatel má možnost mapu aktivně ovládat, zapínat a vypínat vrstvy, pracovat s pop-up okny nebo filtrovat data. Přesto je nutné interaktivní prvky používat uvážlivě – nadměrné množství interakcí může vést k přetížení uživatele a snížení srozumitelnosti mapy (Nivala et al., 2008).

Významnou roli hraje také strukturování obsahu do vrstev, které si uživatel může podle potřeby zapínat. Tento přístup umožňuje lépe pracovat s velkým množstvím dat a zvyšuje přehlednost mapy. Interaktivní legenda, která umožňuje filtrování obsahu, je jedním z moderních prvků podporujících uživatelskou orientaci.

### **Uživatelsky orientovaný přístup**

Současný vývoj webové kartografie směřuje k designu orientovanému na uživatele (UCD). Důraz je kladen nejen na vizuální stránku mapy, ale také na její použitelnost a celkový uživatelský zážitek. Webové mapy jsou dnes často využívány pro konkrétní úkoly, jako je navigace, vyhledávání nebo rozhodování, což klade zvýšené nároky na jejich srozumitelnost a efektivitu (Tsou, 2011).

Studie ukazují, že uživatelé mohou mít problémy s interpretací mapy v případě nevhodně zvolených symbolů, barev nebo rozhraní. Nedostatky se často objevují například v podobě nepřehledného ovládání, nadměrného množství informací nebo nejasné struktury aplikace (Nivala et al., 2008; Rzeszewski & Kotus, 2019).

### **Standardizace a limity pravidel**

Snaha o standardizaci kartografických prvků existuje, avšak její implementace je obtížná. Příkladem je snaha o sjednocení mapových symbolů v krizovém managementu, kde je důležitá rychlá a jednoznačná interpretace mapy. Vytvoření univerzálního standardu je však komplikované vzhledem k různorodosti použití map a jejich uživatelů (Robinson et al., 2010). Z toho důvodu nelze kartografická pravidla chápat jako striktní normy, ale spíše jako doporučení, která je nutné přizpůsobit konkrétnímu účelu mapy, cílové skupině uživatelů a technologickým možnostem.

### **Shrnutí a vztah k této práci**

Na základě uvedených poznatků lze konstatovat, že webová kartografie stojí na kombinaci tradičních kartografických zásad a nových principů vyplývajících z digitálního prostředí. Klíčové jsou zejména aspekty čitelnosti, konzistence, přehlednosti, interaktivity a uživatelské přívětivosti. Tyto obecné principy představují teoretický základ pro návrh hodnotících kritérií v této práci. Cílem je převést existující doporučení a konvence do srozumitelné a prakticky použitelné formy, která umožní systematické hodnocení webových mapových aplikací.

Z hlediska této práce jsou uvedené zdroje (Tabulka 1) důležité především tím, že umožňují převést obecné kartografické zásady do podoby konkrétních hodnotících kritérií. Kritéria se mohou opírat zejména o oblasti, které se v literatuře opakují: volba obsahu mapy, měřítko, generalizace, symbolizace, barvy, typografie, legenda, kompozice, vizuální hierarchie a přizpůsobení mapy prostředí, ve kterém je používána. *Mapping for*

*a Sustainable World* (Kraak et al., 2020) navíc výslovně rozlišuje požadavky funkční, například data, reprezentaci a interakci, a nefunkční, například použitelnost a přístupnost.

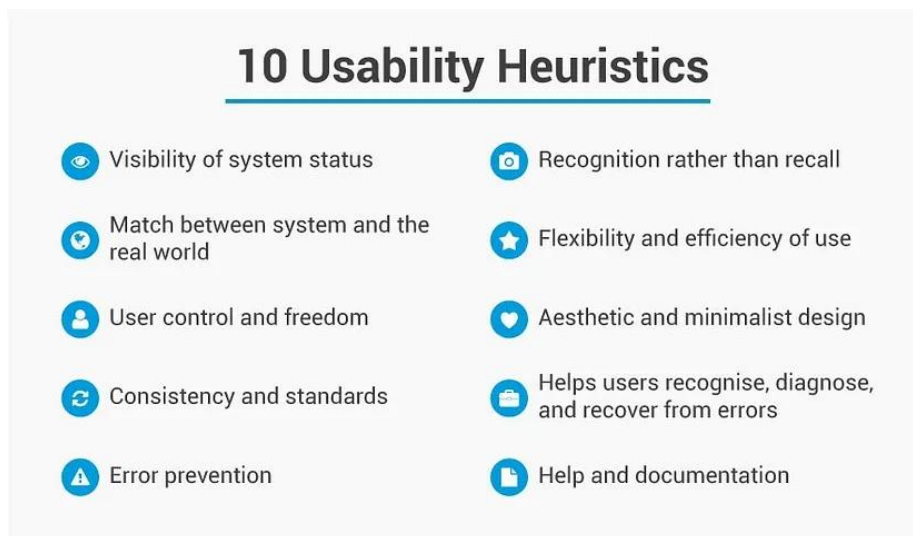
Tabulka 1 Přehled použitých zdrojů

| <b>AUTOR</b>                                                                                        | <b>NÁZEV PUBLIKACE/ZDROJE</b>                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nétek, R. (2020)                                                                                    | <i>Webová kartografie – specifika tvorby interaktivních map na webu</i>                         |
| Kraak, J.-M.; Brown, A. (2003)                                                                      | <i>Web Cartography</i>                                                                          |
| Tsou, M.-H. (2011)                                                                                  | <i>Revisiting Web Cartography in the United States: The Rise of User-Centered Design</i>        |
| Miklín, J.; Dušek, R.; Krtička, L.; Kaláb, O. (2018)                                                | <i>Tvorba map</i>                                                                               |
| Kraak, M.-J.; Ormeling, F. (2010)                                                                   | <i>Cartography: Visualization of Spatial Data</i>                                               |
| Kraak, M.-J.; Roth, R. E.; Ricker, B.; Kagawa, A.; Le Sourd, G. (2020)                              | <i>Mapping for a Sustainable World</i>                                                          |
| Voženílek, V.; Kaňok, J.; Bláha, J. D.; Dobešová, Z.; Hudeček, T.; Kozáková, M.; Němcová, Z. (2011) | <i>Metody tematické kartografie</i>                                                             |
| Longley, P. A.; Goodchild, M. F.; Maguire, D. J.; Rhind, D. W. (2011)                               | <i>Geographic Information Systems and Science (3rd Edition)</i>                                 |
| Vondráková, A. (2014)                                                                               | <i>Netechnologické aspekty mapové tvorby</i>                                                    |
| Veenendaal, B.; Brovelli, M. A.; Li, S. (2017)                                                      | <i>Review of Web Mapping: Eras, Trends and Directions</i>                                       |
| Nivala, A. M.; Brewster, S.; Sarjakoski, T. L. (2008)                                               | <i>Usability Evaluation of Web Mapping Sites</i>                                                |
| Rzeszewski, M.; Kotus, J. (2019)                                                                    | <i>Usability and usefulness of internet mapping platforms in participatory spatial planning</i> |
| Voženílek, V.; Morkesová, P.; Vondráková, A. (2014)                                                 | <i>Cognitive Aspects of Map Symbolology in the World School Atlases</i>                         |
| Robinson, A.; Roth, R.; MacEachren, A. (2010)                                                       | <i>Challenges for Map Symbol Standardization in Crisis Management</i>                           |
| Haklay, M. (2007)                                                                                   | <i>How can we ensure that GI is a good career choice?</i>                                       |

## 2.6 Hodnocení UI

Hodnocení obecně je proces posuzování, klasifikace a charakteristiky nějakého jevu nebo produktu často s prvky subjektivity, jehož cílem je poskytnout zpětnou vazbu, porovnat, nebo určit další zlepšení. Při přechodu od obecného do webového prostředí, v tomto případě k webovým mapovým aplikacím jako produktu, bude primárním předmětem testování uživatelský prožitek či uživatelské preference.

Konkrétním příkladem nástrojů nebo metod pro hodnocení uživatelského rozhraní je heuristické hodnocení – to se provádí tak, že se posoudí uživatelské rozhraní a cílem je zhodnotit, co je na rozhraní dobré a co špatné. V ideálním případě by lidé měli provádět taková hodnocení podle určitých pravidel, například podle pravidel uvedených v běžných pokynech (Nielsen, 1990). V roce 1994 Nielsen vytvořil 10 obecných zásad pro návrh uživatelského rozhraní (Obr. 1).



Obr. 1 Heuristika použití UI

Další možnou metodou je *Cognitive Walkthrough*, což je technika pro hodnocení návrhu uživatelského rozhraní, se zvláštním důrazem na to, jak dobře rozhraní podporuje „explorativní učení“, tj. první použití aplikace/rozhraní bez formálního školení. V článku *Usability Evaluation with the Cognitive Walkthrough* (Rieman et al., 1995) je teorie metody popsána jako model zpracování informací lidské kognice, který popisuje interakci člověka s počítačem ve čtyřech krocích:

- 1) Uživatel si stanoví cíl, který chce pomocí systému dosáhnout (například „zkontrolovat pravopis tohoto dokumentu“).
- 2) Uživatel vyhledá v rozhraní aktuálně dostupné akce (menu, tlačítka, příkazy příkazového řádku atd.).
- 3) Uživatel vybere akci, která se jeví jako pravděpodobná pro dosažení cíle.
- 4) Uživatel provede vybranou akci a vyhodnotí zpětnou vazbu systému, aby zjistil, zda dochází k pokroku směrem k aktuálnímu cíli.

U většiny reálných úkolů, které by uživatel mohl provádět v systému, se tyto čtyři kroky opakují, aby bylo dosaženo řady dílčích cílů, které definují celý úkol.

System Usability Scale (SUS) je široce používaný standardizovaný dotazník pro hodnocení vnímané použitelnosti (Lewis, 2018). Ve své standardní (nejčastěji používané) podobě (Brooke, 1996) má SUS 10 položek se stupnicí obsahující pět možností odpovědi od negativních po pozitivní (Obr. 2).

| The System Usability Scale<br>Standard Version |                                                                                            | Strongly Disagree |   |   |   |   | Strongly Agree |   |   |   |   |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---|---|---|---|----------------|---|---|---|---|
|                                                |                                                                                            | 1                 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1                                              | I think that I would like to use this system frequently.                                   |                   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0              |   |   |   |   |
| 2                                              | I found the system unnecessarily complex.                                                  |                   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0              |   |   |   |   |
| 3                                              | I thought the system was easy to use.                                                      |                   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0              |   |   |   |   |
| 4                                              | I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system. |                   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0              |   |   |   |   |
| 5                                              | I found the various functions in this system were well integrated.                         |                   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0              |   |   |   |   |
| 6                                              | I thought there was too much inconsistency in this system.                                 |                   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0              |   |   |   |   |
| 7                                              | I would imagine that most people would learn to use this system very quickly.              |                   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0              |   |   |   |   |
| 8                                              | I found the system very awkward to use.                                                    |                   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0              |   |   |   |   |
| 9                                              | I felt very confident using the system.                                                    |                   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0              |   |   |   |   |
| 10                                             | I needed to learn a lot of things before I could get going with this system.               |                   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0              |   |   |   |   |

Obr. 2 Dotazník pro hodnocení vnímané použitelnosti

Mezi metodami a nástroji hodnocení nelze opomenout standardy ISO. Článek *Usability Meanings and Interpretations in ISO Standards* (Abran et al., 2003) interpretuje ISO standardy použitelnosti následovně: termín „použitelnost“ odkazuje na soubor několika aspektů, jako je doba provedení, výkon, spokojenost uživatele a snadnost učení, které jsou chápány jako celek. Autoři dále uvádějí, že ISO rozlišuje dvě hlavní skupiny norem:

1. normy zaměřené na produkt (např. ISO 9126, ISO 14598)
2. normy zaměřené na proces (např. ISO 9241, ISO 13407)

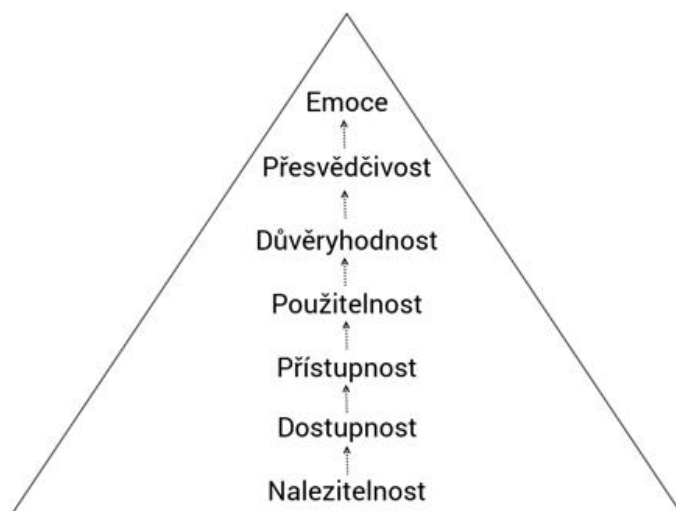
Například série norem ISO 9126 (ISO 9126, 2001–2003) se ve svých čtyřech částech zabývá kvalitou softwaru z pohledu produktu. Cílem této řady norem je poskytnout rámec pro hodnocení kvality softwaru. Norma ISO/IEC 9126 nestanoví konkrétní požadavky na kvalitu ani software, ale definuje model kvality, který lze aplikovat na všechny druhy softwaru. Tato norma ISO zahrnuje pohled uživatele a zavádí pojem kvalita při používání.

Neoficiálním standardem se mezi metodami hodnocení stal User Experience Questionnaire (UEQ), což je rychlý a spolehlivý dotazník pro měření uživatelské zkušenosti s interaktivními produkty. Skládá se z opačných vlastností, které se mohou vztahovat k produktu. Kroužky mezi vlastnostmi představují odstupňování mezi opaky (Obr. 3).

|                       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |                    |   |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|--------------------|---|
| otravný               | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | příjemný           | 1 |
| nepochopitelný        | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | pochopitelný       | 2 |
| tvůrčí                | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | nezáživný          | 3 |
| jednoduchý na naučení | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | obtížný na naučení | 4 |
| hodnotný              | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | podřadný           | 5 |
| nudný                 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | vzrušující         | 6 |
| nezajímavý            | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | zajímavý           | 7 |
| nepředvídatelný       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | předvídatelný      | 8 |
| rychlý                | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | pomalý             | 9 |

Obr. 3 Ukázka části UEQ

Důležitým příkladem metody hodnocení aplikací i z pohledu UX (User Experience) je Maslowova pyramida. Její původní verze, tedy Maslowova pyramida potřeb, vychází z psychologie – jsou v ní seřazeny potřeby člověka v logickém pořadí podle důležitosti. Upravená varianta pro webové prostředí/GIS aplikace (Obr. 4) zkoumá aplikaci na základě nejdůležitějších parametrů – pokud nedojde k naplnění uživatelských potřeb ve spodních patrech pyramidy, celý systém se zhroutí.



Obr. 4 : Maslowova pyramida webdesignu, upraveno dle Řezáč (2014)

### 2.6.1 Hodnocení webových mapových aplikací

Studie, články či publikace věnující se hodnocení webových mapových aplikací jsou primárně zaměřené určité části, možnosti či funkcionality aplikace, nikoliv aplikaci jako celek více komponent. Vybrané zdroje (

Tabulka 2) prezentují či zmiňují různé metody a příklady hodnocení často zaměřené například na uživatelskou přívětivost. Nikdy nejde o obecná pravidla/hodnocení všech důležitých aspektů aplikace.

Podle zdroje *Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge* (Sack, C. 2017) je hodnocení posouzení míry, v jaké produkt, mapy nebo jiné prostředky podporují potřeby uživatelů. Barevná schémata používaná ve webových mapách jsou popsána podrobněji než například kartografická projekce, orientace, měřítko, obsah (tematické vrstvy), generalizace nebo anotace, protože na základě studií týkajících se výběru preferované mapy odborníky a laiky je barva bezpochyby nejčastěji zmiňovaným faktorem.

Nejběžnějším postupem hodnocení mapových aplikací se ve zdrojích zakládá na porovnávání vybraných aspektů několika webových mapových aplikací a následné zhodnocení jejich silných stránek a nedostatků. Příkladem může být článek *Exploring Cartographic Differences in Web Map Applications: Evaluating Scale, Design And Usability* (Voženilek, Žejdlík, 2025), ve které byl koncept hodnocení založený na vizuální srovnávací metodě, protože umožňuje podrobnou analýzu vizuálních i funkčních prvků, včetně zobrazení objektů, symbolizace a umístění navigačních ovládacích prvků. Výsledky této studie poukazují na podobnosti a rozdíly mezi aplikacemi tím, že identifikují klíčové rozdíly v kartografických aspektech mezi různými platformami, jako jsou symboly objektů (např. budovy, lesy), měřítko map a umístění navigačních prvků. Tyto rozdíly, jako například absence symbolů lesů v některých aplikacích, mohou negativně ovlivnit uživatelský zážitek.

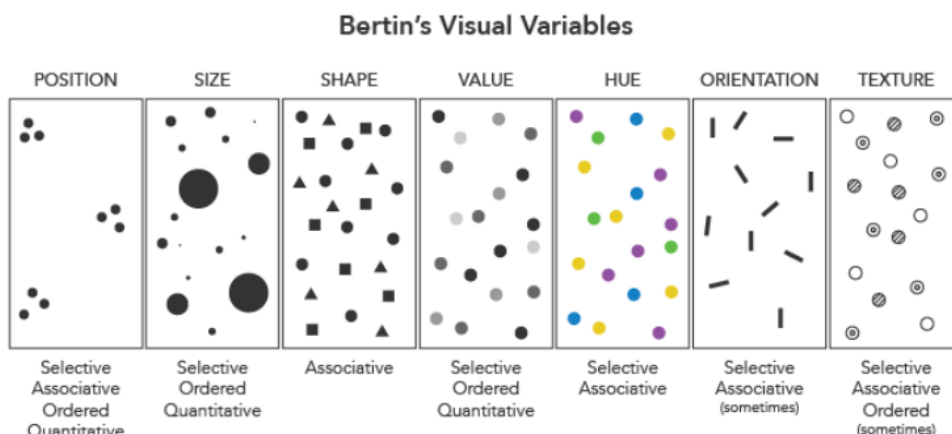
Ve studii *Usability Evaluation of Web Mapping Sites* (Nivala et al., 2008) se přistupuje k hodnocení metodou identifikování potenciálních problémů s použitelností webových mapových aplikací shromážděním kvalitativních informací, které by mohly posloužit jako podklad pro návrh budoucích stránek. V rámci této studie byly vyhodnoceny čtyři různé webové mapové aplikace. Vybraní odborníci dostali určitou situaci a seznam typických úkolů uživatelů a byli požádáni, aby si pečlivě prošli webové mapy a na základě svých odborných znalostí zaznamenali všechny problémy, na které narazili při provádění stejných úkolů jako uživatelé v uživatelských testech. Data z uživatelských testů byla analyzována tak, že bylo zaznamenáno vše, s čím měli uživatelé problémy a/nebo co nějakým způsobem komentovali jako problém. Problémy s použitelností byly rozděleny do čtyř různých kategorií podle toho, ke které části webu patřily: 1) uživatelské rozhraní; 2) mapa; 3) vyhledávací operace; a 4) pomoc a pokyny poskytované uživatelům v případě chyby. Identifikací nedostatků aplikace je možné nabídnout doporučení, jak navrhnout webové mapové stránky, které budou snadněji použitelné a atraktivní pro různé skupiny uživatelů.

Studie *A Computer Vision Approach for Detecting Discrepancies in MapTextual Labels* (Salama et al., 2023) popisuje metodu hodnocení podoby a polohy textu v mapách. Byly zkoumány nesrovnalosti v textových popiscích map u tří poskytovatelů: Google Maps, Bing Maps a OSM za pomoci vytrénované neuronové sítě, která vizuálně kategorizovala textové popisky v mapách. Metrikou, kterou používáme pro hodnocení, je F1 skóre, které je založeno na průměrné přesnosti (average precision) a průměrné citlivosti (average recall). Další systém hodnocení popisuje článek *A set of criteria for evaluating map application design in a mobile environment* (Schulz et al., 2021), který definuje oblast mobilní kartografie, zabývá se novými oblastmi výzkumu a předpoklady týkajícími se mobilní kartografie a odvozuje soubor kritérií pro hodnocení mapových aplikací. Sledovanými oblastmi byly: kvalita podkladové mapy, universálnost aplikace, design uživatelského rozhraní, konvence designu v mobilním prostředí, způsob přijímání informací uživatelem, využití funkcí, přizpůsobení omezení mobilního prostředí a polohové služby. Samotná kritéria byla definována a formulována tak, aby se na ně dalo odpovědět ano/ne.

Uživatelské testování umožňuje získat přímou zpětnou vazbu, zhodnocení uživatelského zážitku a použitelnost produktu. Existuje několik metod hodnocení použitelnosti. Mezi nejčastěji používané metody patří heuristika, dotazníky a měření efektivity (Lyzara et al., 2019). V počítačovém prostředí, pro testování digitálních aplikací, je častým a efektivním řešením uživatelské testování v podobě dotazníku. Dotazníky jsou běžně používaným nástrojem pro uživatelské hodnocení kvality a použitelnosti softwaru. Umožňují efektivní kvantitativní měření vlastností produktu. Dotazníky jsou běžně používaným nástrojem pro uživatelské hodnocení kvality a použitelnosti softwaru. Umožňují efektivní kvantitativní měření vlastností produktu (Laugwitz et al., 2008)

Ve studii *Exploring Cartographic Differences in Web Map Applications: Evaluating Design, Scale, and Usability* (Voženílek, Žejdlík, 2025) se autoři zaměřili na řešení identifikaci problémů se zaměřením na široce používané webové mapové aplikace, které uživatelům umožňují prohlížet mapy, navigovat, plánovat trasy a provádět další analytické funkce. Cílem studie je vyřešit problémy související s nejednotným dodržováním kartografických zásad prostřednictvím vizuálního srovnání osmi globálně používaných mapových aplikací, včetně nejznámějších Google Maps. Studie se snaží poskytnout praktické poznatky tím, že identifikuje rozdíly v klíčových kartografických aspektech, jako je design mapy, popisky a rozložení uživatelského rozhraní. V článku *Usability user testing of selected web-based GIS applications* (Komárková a spol., 2010) byla navržena metoda hodnocení použitelnosti, jejíž hlavním cílem je relativně rychle vyhodnocení použitelnosti několika podobných webových GIS aplikací stále ještě rozumným počtem uživatelů, aby bylo možné identifikovat nejdůležitější problémy v použitelnosti. Z metod uživatelského hodnocení byly použity *think-aloud* – což je kvalitativní metoda, při které uživatelé slovně hodnotí vybraný produkt/jev, vyjadřují svoje postřehy a pocity, a *task list*, který obsahoval seznam úkolů, které museli uživatelé splnit.

Příkladem pravidel/standardů některých aspektů v rámci kartografie je Bertinovo schéma. Jde o systém vizuálních proměnných (Obr. 5), který představuje nepostradatelnou a všeobecně uznávanou teorii kartografického přenosu geografických informací.



Obr. 5 Bertinovo schéma

Jako další příklad lze uvést článek *Challenges for Map Symbol Standardization in CrisisManagement* (Robinson et al., 2010). Ve kterém autoři usilují o vytvoření jednotných znaků pro mapy, které využívá krizový management. Uvádí, že je nezbytné, aby uživatelé map v nouzových situacích mohli snadno porozumět tomu, co na těchto mapách vidí. Standardizace symbolů na mapách je jedním z mechanismů, který zajišťuje, že

geoprostorové informace jsou v nouzových situacích srozumitelné, ale vytvoření účinného standardu symbolů na mapách je složitý a neustále se vyvíjející úkol.

Tabulka 2 Přehled zdrojů zaměřených na hodnocení mapových aplikací a související metody

| <b>AUTOR</b>                                                                                                        | <b>NÁZEV PUBLIKACE/ZDROJE</b>                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sack, C. (2017)                                                                                                     | <i>Web Mapping (GIS&amp;T Body of Knowledge)</i>                                                           |
| Voženílek, V.; Žejdlík, J. (2025)                                                                                   | <i>Exploring Cartographic Differences in Web Map Applications: Evaluating Design, Scale, and Usability</i> |
| Nivala, A. M.; Brewster, S.; Sarjakoski, T. L. (2008)                                                               | <i>Usability Evaluation of Web Mapping Sites</i>                                                           |
| Salama, A.; Elkamhawy, M.; Ali, M.; Al-Masri, E.; Sabour, A.; Hendawi, A.; Tan, M.; Agrawal, V.; Prakash, R. (2023) | <i>A Computer Vision Approach for Detecting Discrepancies in Map Textual Labels</i>                        |
| Schulz, M. S.; Huiber, J.; Bandrova, T. (2021)                                                                      | <i>A set of criteria for evaluating map application design in a mobile environment</i>                     |
| Lyzara, R.; Purwandari, B.; Zulfikar, M. F.; Santoso, H. B.; Solichah, I. (2019)                                    | <i>E-Government Usability Evaluation: Insights from A Systematic Literature Review</i>                     |
| Laugwitz, B.; Held, T.; Schrepp, M. (2008)                                                                          | <i>Construction and Evaluation of a User Experience Questionnaire</i>                                      |
| Komárková, J. a kol. (2010)                                                                                         | <i>Usability user testing of selected web-based GIS applications</i>                                       |
| Koch, W. (2001)                                                                                                     | <i>Jacques Bertin's theory of graphics and its development and influence on multimedia cartography</i>     |
| Robinson, A.; Roth, R.; MacEachren, A. (2010)                                                                       | <i>Challenges for Map Symbol Standardization in Crisis Management</i>                                      |

### 3 METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ

Kapitola popisuje metody a postupy použité při návrhu a realizaci aplikace. Zaměřuje se na způsoby výběru a sestavení hodnoticích kritérií, metody jejich vyhodnocení a tvorbu funkční webové aplikace. Dále jsou uvedeny hlavní použité datové zdroje a softwarové nástroje.

#### Použité metody

Pro implementaci aplikace bylo dle zadání vybráno webové prostředí, které nejlépe kombinuje náročnost tvorby spolu s použitelností a dostupností aplikace. Technologie webu umožňuje tvorbu funkční aplikace obsahující algoritmus hodnocení, přívětivé uživatelské prostředí i možnost interakce uživatele s aplikací, vyhovuje tak všem požadavkům zadání bakalářské práce.

Metoda analýzy byla použita především při studiu pravidel, konvencí, trendů a doporučení v oblasti webové kartografie – zdroje byly vybrány tak, aby pokrývaly dílčí témata, jako jsou kartografické aspekty, uživatelská přívětivost, bezpečnost nebo technologické aspekty webových map. Pro výběr kritérií pro hodnocení webových mapových aplikací, případně jejich rozdělení do kategorií, byl zohledněn především účel těchto aplikací – to znamená předat uživatelům rychle a bezpečně správné a ověřené informace prostřednictvím vizuálních a informačních možností mapové tvorby. V úvahu tedy byly vzaty obecné kartografické, bezpečnostní, uživatelské a technologické aspekty mapových aplikací. Na základě vybraných dat byla použita metoda syntézy, jejímž cílem bylo sjednocení dílčích poznatků do uceleného systému hodnoticích kritérií tak, aby vznikla pilotní sada kritérií, která jsou sloučena do tematických okruhů/kategorií (např. kartografické aspekty). Metoda generalizace byla aplikována při výběru hodnoticích kritérií – tedy vybrat obecně platné konvence, či sloučit více konkrétních do zastřešujícího pravidla. Cílem bylo nevázat kritéria na konkrétní mapové dílo.

Pro samotné vyhodnocení kritérií byla zvolena jednoduchá binární metoda hodnocení. Uživatel u jednotlivých kritérií odpovídá formou ano/ne podle toho, zda testovaná aplikace daný požadavek splňuje. Tento přístup byl zvolen především z důvodu přehlednosti, snadné interpretace výsledků a snahy minimalizovat subjektivitu hodnocení. V některých případech však není možné jednoznačně rozhodnout, zda je kritérium splněno – například z důvodu nedostupnosti informací nebo nejednoznačné implementace dané funkce. Z tohoto důvodu byla doplněna třetí možnost „nelze zjistit“, která umožňuje tyto případy obejít, a neovlivnit tak výsledné hodnocení.

Pro samotné vyhodnocení kritérií byla zvolena jednoduchá binární metoda hodnocení. Uživatel u jednotlivých kritérií odpovídá formou ano/ne podle toho, zda testovaná aplikace daný požadavek splňuje. Tento přístup byl zvolen především z důvodu přehlednosti, snadné interpretace výsledků a snahy minimalizovat subjektivitu hodnocení. V některých případech však není možné jednoznačně rozhodnout, zda je kritérium splněno – například z důvodu nedostupnosti informací nebo nejednoznačné implementace dané funkce. Z tohoto důvodu byla doplněna třetí možnost „nelze zjistit“, která umožňuje tyto případy obejít, a neovlivnit tak výsledné hodnocení.

Jednotlivá kritéria jsou dále diferencována podle své důležitosti pomocí vah. Povinná kritéria (váha 3) představují základní požadavky na kvalitu mapové aplikace, zatímco doplňující kritéria (váha 1–2) rozšiřují hodnocení o další aspekty a zpřesňují mohou doplnit celkový výsledek u specifických aplikací

## **Použitá data**

Výběr dat se skládal z odborných materiálů související s řešenou problematikou bakalářské práce – primárně kartografické, případně technologické a další odborné znalosti, pravidla a doporučení. Tvorba kritérií vznikala primárně z knihy *Webová kartografie – specifika tvorby interaktivních map na webu* (Nétek, 2020) případně z *Metody tematické kartografie* (Voženílek, Kaňok, a kol. (2011)). Dále byly použity poznatky z odborné literatury v oblasti kartografie, webové kartografie, webových technologií opřeny o několik dalších zdrojů i ze zahraničí – bylo vhodné sestavovat kritéria, pokud možno na základě více různých podkladů. Seznam všech použitých zdrojů je uveden v kapitole 4.1 (str. 28).

## **Použité programy a technologie**

Vývoj a testování webové aplikace probíhala s využitím softwarových nástrojů a moderních webových technologií. Jako hlavní vývojové prostředí bylo použito Visual Studio Code, které poskytuje přehledné rozhraní pro psaní, úpravu a správu zdrojového kódu včetně podpory rozšíření pro práci s jazykem JavaScript a knihovnou React. Toto prostředí zároveň umožňuje efektivní ladění aplikace a kontrolu syntaxe.

Samotná aplikace byla vytvořena pomocí knihovny React, která slouží k tvorbě moderních uživatelských rozhraní na principu komponent. Tento přístup umožňuje rozdělit aplikaci do menších, znovupoužitelných částí, což zvyšuje přehlednost kódu, usnadňuje jeho údržbu a další rozšiřování funkcionality. React byl využit nejen pro vykreslování uživatelského rozhraní, ale také pro řízení stavů aplikace a práci s uživatelskými interakcemi.

Základní struktura aplikace byla vytvořena pomocí značkovacího jazyka HTML5 (HyperText Markup Language), který definuje obsah a logické uspořádání jednotlivých prvků stránky. Vizualní podoba aplikace byla navržena prostřednictvím kaskádových stylů CSS3 (Cascading Style Sheets), jež umožňují úpravu rozložení, barevnosti a responzivního chování aplikace na různých typech zařízení. Interaktivní prvky a aplikační logika byly implementovány v programovacím jazyce JavaScript, který zajišťuje dynamickou reakci aplikace na akce uživatele.

Funkčnost, správné vykreslování a uživatelská přívětivost aplikace byly průběžně ověřovány ve webovém prohlížeči Google Chrome (verze 135), který poskytuje prostředí pro vizuální kontrolu, ladění chyb a kontrolu výkonu aplikace.

V průběhu práce byly využity nástroje generativní AI pro vývoje kódu a technického zpracování platformy.

## **Postup zpracování**

Práce probíhala jako proces na sebe navazujících etap (Obr. 6). Tyto kroky se však často prolínaly se změnami v rámci postupu, výběru metod, technologií, zdrojů či samotného návrhu aplikace.

Prvním krokem zpracování bylo seznámení se s dostupnými přístupy k hodnocení webových mapových aplikací a s technologickými možnostmi pro vývoj webové aplikace. Na základě tohoto přehledu bylo rozhodnuto o implementaci platformy ve formě webové aplikace s využitím knihovny React. Jako hlavní vývojové prostředí byl zvolen editor Visual Studio Code.

Dalším krokem bylo shromáždění a zpracování dat pro návrh hodnoticích kritérií. Hlavním zdrojem se stala kniha *Webová kartografie – specifika tvorby interaktivních map na webu* (Nétek, 2020), který byl dále doplněn o poznatky z odborné literatury a doporučení

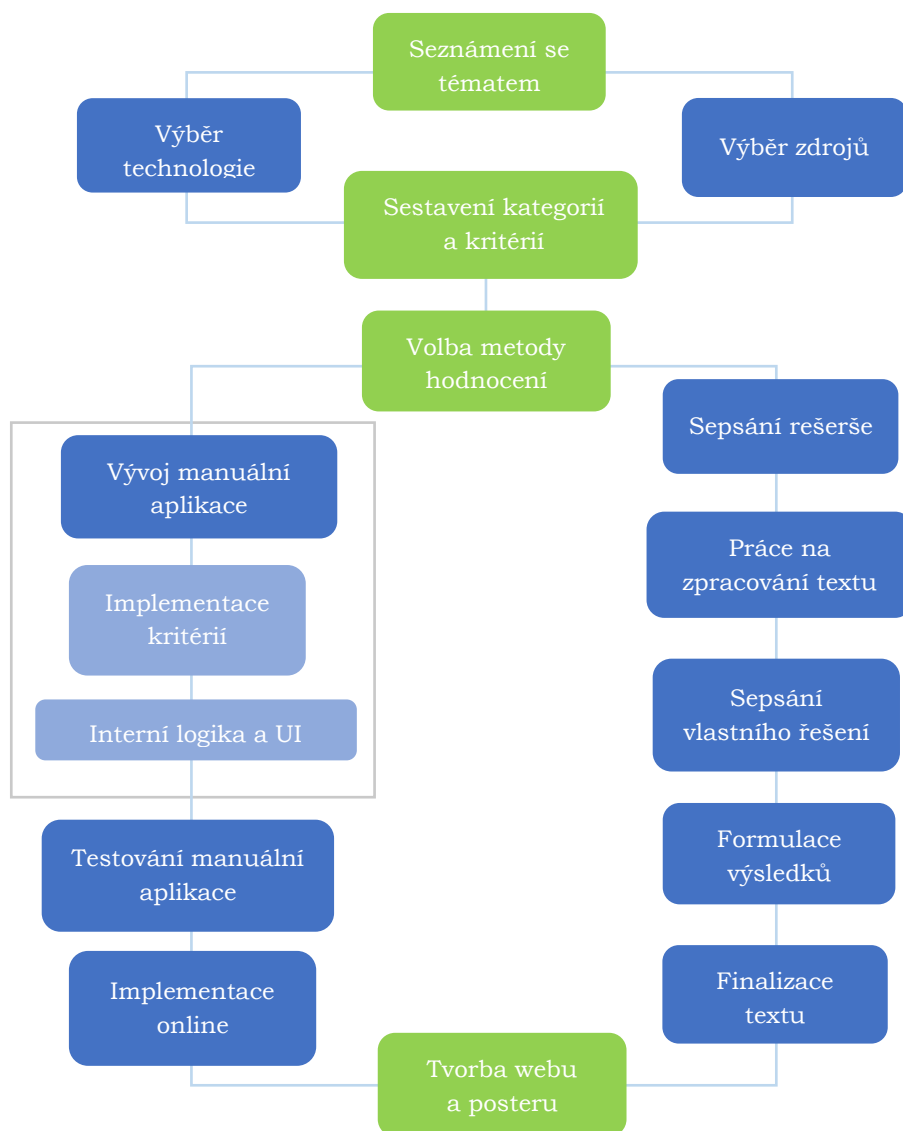
v oblasti webové kartografie a také obecných aspektů webové tvorby podrobněji popsané v kapitole 4.1 (str. 28). Na základě těchto zdrojů byl proveden výběr a formulace co nejvíce obecných hodnoticích kritérií tak, aby byla aplikovatelná na co nejširší spektrum webových mapových aplikací.

Navržená kritéria byla následně rozdělena do několika tematických kategorií – kartografické, GIS, technologické a bezpečnostní. U jednotlivých kritérií byla definována jejich důležitost prostřednictvím váhy a dále bylo určeno, zda se jedná o kritéria povinná.

Na základě takto připravené struktury byl zahájen vývoj samotné aplikace. Platforma byla navržena ve formě průvodce (checklistu), který umožňuje uživateli postupně hodnotit aplikaci podle jednotlivých kritérií. Součástí aplikace je také mechanismus pro automatické vyhodnocení zadaných odpovědí a generování závěrečného výstupu ve formě přehledového reportu.

V průběhu vývoje byl rovněž proveden pokus o implementaci poloautomatického hodnocení, který ale z důvodů rozebraných v kapitole 4.3 nakonec nebyl realizován.

V závěrečné fázi práce byly provedeny finální úpravy aplikace, především v oblasti uživatelského rozhraní a vizuální přehlednosti. Následně byla aplikace implementována do online prostředí a zpřístupněna prostřednictvím webových stránek.



## 4 NÁVRH A VÝVOJ ŘEŠENÍ

Práce začala seznámením se se zadáním a s tématem. To zahrnovalo výběr technologie pro implementaci a propagaci aplikace, řešerši v oblasti hodnotících nástrojů mapových aplikací a pravidel webové mapové tvorby, a v neposlední řadě složitost/odbornost pojetí celé aplikace v závislosti na charakteristice cílových uživatelů. Veškerá rozhodnutí týkající se tvorby aplikace byla ustanovena s vědomím, že lze určité způsoby řešení v průběhu procesu přizpůsobovat nebo měnit s ohledem na nalezené problémy či využití možných alternativ.

Vzhledem k neurčenému způsobu řešení aplikace v samotném zadání práce bylo třeba vybrat prostředí a technologii, na které bude aplikace fungovat. Nejprve bylo rozhodnuto pro prostředí webu, jakožto nejvodnějším řešením pro zpřístupnění uživatelům i s ohledem na úroveň obtížnosti samotné realizace. Pro prostředí webu nabízelo několik možností tvorby aplikace – klasický vývoj zdrojového kódu s použitím struktury HTML/CCS/JS (JavaScript), nebo například open-source software WordPress.

Nakonec byla pro tvorbu vybrána knihovna React. React je JavaScript knihovna pro vývoj uživatelského rozhraní webových aplikací. Umožňuje vytvářet webové stránky z menších znovupoužitelných částí nazývaných komponenty, což zjednodušuje správu a rozšiřování aplikací. React úzce navazuje na základní webové technologie HTML, CSS a JavaScript. Struktura stránky se v React zapisuje pomocí JSX, což je rozšíření JavaScript, které připomíná HTML. Také umožňuje efektivně vytvářet dynamické a interaktivní webové aplikace, kde se jednotlivé části stránky aktualizují bez nutnosti znovunačtení celé stránky. Není tedy žádným výrazným způsobem efektivnější či vhodnější, jedná se však o moderní a stále více používané řešení webových aplikací, které do se budoucnosti dost možná stane standardním přístupem. V kontextu této práce byl React využit především pro implementaci interaktivního hodnotícího nástroje, který vyžaduje práci se stavem aplikace a okamžitou odezvu na vstupy uživatele. Každá část aplikace, například seznam kategorií, detail kategorie, jednotlivá kritéria nebo výsledný report, byla navržena jako samostatná komponenta. Tento přístup umožnil oddělit jednotlivé části logiky a zjednodušil správu celého systému.

Následovala definice cílové skupiny, tedy pro koho by aplikace měla být vytvořena. Zaměřeno bylo na charakteristiky a potřeby, jaké by případní uživatelé s největší pravděpodobností požadovali, co by mohli od aplikace očekávat, případně jakým způsobem či jak efektivně pro ně může být využití této aplikace přínosné. Aplikace tedy může sloužit širokému spektru uživatelů, přičemž v základní verzi bude pravděpodobněji více přínosná pro méně zkušené či začínající tvůrce, pro které může být pilotní sada kritérií jakýmsi kontrolním seznamem pro dodržení těch základních aspektů. Odborní a více zkušení tvůrci si mohou případně aplikaci rozšířit dle svých potřeb.

Z tohoto důvodu byl návrh aplikace přizpůsoben tak, aby byl srozumitelný i bez hlubších odborných znalostí, zároveň však poskytoval dostatečně strukturovaný rámec pro systematické hodnocení.

Cílem tedy je uživateli poskytnout snadný a jasný průchod v podobě několika po sobě jdoucích jednoduchých úkonů rámujiící celý proces hodnocení. Uživatel tak může očekávat primárně:

- posouzení kvality vlastní webové mapové aplikace
- identifikace nedostatků
- využití nástroje jako podpůrného prostředku
- proces přehledného hodnocení

Tyto úlohy byly zohledněny při návrhu struktury kritérií, způsobu jejich formulace i celkového průchodu aplikací. Důraz byl kladen především na přehlednost, jednoznačnost odpovědí a možnost rychlého získání zpětné vazby.

Navržený hodnoticí nástroj je určen především pro běžný typ webových mapových aplikací, které kombinují podkladovou mapu s vlastním tematickým nebo informačním obsahem. Typicky se jedná o aplikace zobrazující bodová, liniová nebo plošná data nad podkladovou mapou, doplněná o interaktivní prvky, jako jsou pop-up okna, filtrování dat nebo práce s vrstvami. Tento typ aplikací představuje nejrozšířenější formu webových map.

## 4.1 Tvorba kategorií a kritérií

Dalším stěžejním krokem bylo vytvoření hodnoticích kritérií. Bylo potřeba co nejpřesněji splnit cíle práce – tedy držet se ideálně naprosto univerzálního řešení hodnoticí aplikace. Kritéria musela být selektována tak, aby byla maximálně všeobecná a použitelná na co největší počet webových mapových aplikací. Zároveň bylo důležité získat data z více ověřených zdrojů. Pro sestavení kritérií bylo vzatu v úvahu více podkladů. Klíčovým zdrojovým materiálem se stala kniha *Webová kartografie – specifika tvorby interaktivních map na webu* (Nétek, 2020). Ta poskytuje široký přehled konvencí a doporučení týkající se aspektů webové mapové tvorby od kartografických pravidel až po vybrané technické parametry. Pro sestavení kritérií byly relevantní, v rámci této práce, informace následně použity jako primární zdroj pro vytvoření sady evaluačních otázek pro tuto aplikaci. Selektce kritérií byla určována s vědomím jejich následného rozdělení do určitých kategorií. Dalším zásadním výchozím prvkem byla kniha *Metody tematické kartografie* (Voženílek, Kaňok, a kol. (2011)), která sloužila jako opěrný rámec pro kartografické podklady. Seznam použitých zdrojů pro tvorbu kritérií (Tabulka 3) ukazuje dodatečné materiály využité především ve zbývajících kategoriích. Zahrnují další obecné aspekty webových aplikací jako jsou uživatelské možnosti, technologické standardy nebo bezpečnostní zajištění.

Tabulka 3 Přehled použitých zdrojů pro tvorbu kritérií

| AUTOR                                    | ZDROJ                                                                   |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| (Nétek, 2020)                            | <i>Webová kartografie – specifika tvorby interaktivních map na webu</i> |
| (Voženílek, V., Kaňok, J., a kol., 2011) | <i>Metody tematické kartografie</i>                                     |
| (Miklín, J., a kol., 2018)               | <i>Tvorba map</i>                                                       |
| (Kraak, M.-J.; Ormeling, F., 2010)       | <i>Cartography: Visualization of Spatial Data</i>                       |
| (Kraak, M.-J., et al., 2020)             | <i>Mapping for a Sustainable World</i>                                  |
| (Longley, P. A. et al., 2011)            | <i>Geographic Information Systems and Science – 3rd Edition</i>         |
| UCGIS (2023)                             | <i>GIS&amp;T Body of Knowledge</i>                                      |
| (Andrewsky, J., 2021)                    | <i>Frontend Web Performance Checklist</i>                               |
| W3C (2023)                               | WCAG 2.2                                                                |

Následujícím krokem bylo rozdělení zvolených kritérií do 4 kategorií logicky zastřešující maximum obecných aspektů tvorby webových mapových aplikací. Kategorie byly vybrány tak, aby pokryly co nejvíce univerzálních prvků maximálního počtu webových mapových

aplikací. Veškerá kritéria tedy spadala do jedné ze čtyřech následujících skupin: kartografické, uživatelské, technologické, bezpečnostní. Na závěr byla jednotlivá kritéria seřazena v logické posloupnosti podle důležitosti a návaznosti.

Kritéria pak jsou v aplikaci představeny ve formě jednoduchých otázek vyjadřujících určitý parametr, na které uživatel musí odpovědět ano/ne – zda jeho testovaná aplikace splňuje či nesplňuje daný faktor. nápověda Uživatel nejdříve vyplní všechna kritéria v každé kategorii, a to mu umožní zobrazit si report o stavu a parametrech jeho testované aplikace. V případě, že uživatel nepochopí určité kritérium, nebo si nebude jistý významem, bude mu k dispozici nápověda obsahující krátké vysvětlení, zdroj/seznam zdrojů daného aspektu nebo, umožňuje-li to charakter kritéria, ilustrační obrázek.

Samotný report poskytne uživateli sumarizaci o míře splnění dílčích kritérií. Výsledky každé kategorie se zobrazí zvlášť nejprve kvantitativní formou kruhového diagramu, dále pokud testovaná aplikace nenaplní povinná kritéria, budou v reportu zvýrazněny. Následně bude doporučeno eliminovat tyto nedostatky, jelikož se jedná o klíčové prvky mapové aplikace s jasně definovanými pravidly. Poslední zpětnou vazbou bude pro uživatele celkové slovní hodnocení charakterizující výsledek dle procentuálních hodnot splnění kritérií jednotlivých kategorií. Dále vezme v potaz nezvládnuté povinná kritéria, případně doplní informace, v jakých částech aplikaci optimalizovat, kde jsou největší nedostatky.

### Kategorie

Kategorie kartografických kritérií zahrnuje pravidla a konvekce tradiční i webové kartografie. Klade důraz zejména na obecné a stěžejní aspekty webové mapové tvorby, jako jsou kompoziční prvky nebo znakový klíč mapy. Ve vzorku (Tabulka 4) je uvedena pouze ukázka vybraných kritérií, kompletní seznam je uveden v příloze 1.

Tabulka 4 Ukázka vybraných kartografických kritérií

#### KRITÉRIA

Obsahuje mapa název?

Obsahuje mapa tiráž?

Má mapová aplikace přístupnou legendu?

Je k dispozici měřítko?

Mění se měřítko dynamicky na základě změny pozice a zoomu?

Je mapové pole nejdominantnějším prvkem mapy?

Technologická kritéria se zaměřují především na obecné technické aspekty aplikace. Kontrolují například validitu zdrojového kódu aplikace, načítání aplikace, správnost řešení elementů či dostupnost aplikace. Technologické aspekty představují základní předpoklad funkčnosti každé webové aplikace. Jejich splnění umožňuje uživatelům předat funkční a spolehlivou aplikaci.

Kritéria týkající se GIS stránky webových mapových aplikací zahrnují především interaktivní funkce spojené s ovládáním mapových součástí aplikace. Dále také vhodnost využívání datových zdrojů, správné vykreslování, prostorové umístění geografických dat či interpretace různých datových formátů.

Bezpečnost hraje velkou roli zejména v posílení důvěry uživatele v aplikaci, čímž zvětšuje jejich chůť ji opakovaně aktivně využívat. Také zajišťuje ochranu uživatele před vnějším narušením a přístupem k jeho soukromým datům třetí straně. Dále bezpečnost zastřešuje dokumentaci, právní a identifikační informace – například zda data pochází od ověřeného zdroje nebo zda aplikace má transparentní autorské a licenční údaje.

## 4.2 Vývoj manuální aplikace

Vývoj manuální části aplikace probíhal v prostředí editoru Visual Studio Code. V průběhu implementace byly kromě běžných vývojových nástrojů využity také nástroje generativní AI (Artificial Intelligence), které sloužily jako podpůrný prostředek při návrhu dílčích částí kódu, jejich optimalizaci a ladění.

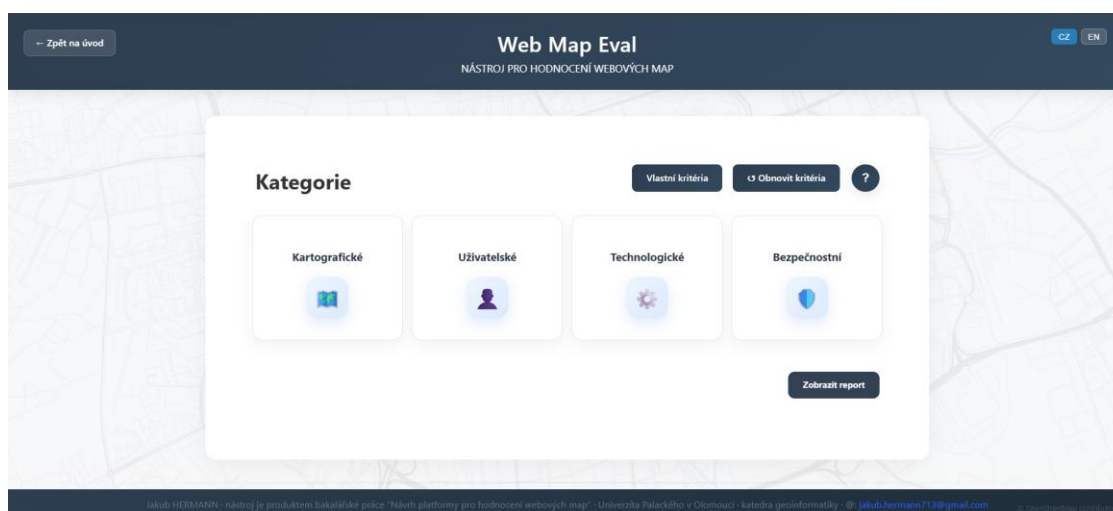
Jádrem řešení je klientská webová aplikace vytvořená pomocí knihovny React. Ta byla zvolena především s ohledem na potřebu práce s interaktivními prvky a možnost postupného rozšiřování aplikace. React umožňuje navrhnout aplikaci jako soustavu samostatných komponent, což přispívá k přehlednosti kódu, jednodušší správě rozhraní a oddělení prezentační části od výpočetní logiky. Cílem nebylo vytvořit pouze funkční řešení, ale platformu, která bude dlouhodobě udržitelná a otevřená dalším úpravám a rozšíření.

### 4.2.1 Architektura aplikace

Aktuální verze aplikace je navržena jako modulární systém. Hlavní vstupní komponentou je soubor *App.js*, který zajišťuje základní strukturu aplikace, přepínání jazykové vrstvy a směrování mezi jednotlivými částmi rozhraní. Součástí hlavní komponenty je úvodní stránka aplikace a směrování na stránku s vlastním hodnoticím nástrojem, která je realizována komponentou *CriteriaPage.js*. Zároveň také ukládá zvolený jazyk do *localStorage*, aby bylo možné zachovat volbu uživatele i po obnovení stránky.

Klíčovou část aplikace představuje soubor *CriteriaPage.js*, který funguje jako hlavní řídicí komponenta pro celý systém obsahující zbylé části manuální evaluace. Právě zde je soustředěna většina stavové logiky: načítání výchozích kategorií, ukládání odpovědí uživatele, práce s vybranou kategorií, řízení průchodu mezi kategoriemi, zobrazení závěrečného reportu i práce s vlastními kritérii. Další zásadní částí této komponenty je načítání kritérii z datového souboru *criteria.json*, průběžně ukládá odpovědi do *localStorage* a předává potřebná data a uživatelské interakce podřízeným komponentám. Současně zajišťuje administraci aplikace – tedy import, případně export, vlastních kritérii, a jejich použití.

Na *CriteriaPage.js* navazují komponenty obsluhující zbylou funkcionalitu manuální části aplikace. *CategoryList.js* slouží jako vstupní obrazovka hodnoticí části a zobrazuje přehled dostupných kategorií ve formě karet (Obr. 7). Součástí této obrazovky jsou i ovládací prvky pro obnovu výchozí sady kritérii a pro práci s vlastními kritérii – administrace.



Obr. 7 Ukázka vstupní obrazovky hodnoticí části

Po výběru konkrétní kategorie se zobrazí komponenta *CategoryDetail.js*, která představuje hlavní pracovní obrazovku aplikace. Ta zobrazuje název kategorie, jednotlivá kritéria, průběžný progres a mezivýsledek za danou kategorii. Zároveň poskytuje navigaci mezi kategoriemi a umožňuje návrat zpět na karty všech kategorií nebo reset odpovědí v rámci jedné kategorie.

Jednotlivá kritéria jsou vykreslována komponentou *CriterialItem.js*, která tvoří nejmenší ale nejzásadnější interaktivní jednotku celé aplikace – tedy samotná kritéria. Tato komponenta zobrazuje text kritéria, ovládací tlačítka pro odpověď a po rozbalení i nápovědu, zdroj, případně ukázkou v podobě obrázku.

Závěrečná fáze evaluace je realizována komponentou *Report.js*, která generuje souhrnný report. Ten zahrnuje dílčí vyhodnocení jednotlivých kategorií, vizualizaci výsledků v procentech pomocí kruhových diagramů, bodové vyjádření výsledku a seznam nesplněných povinných kritérií. Součástí reportu je také textové shrnutí celkového hodnocení a možnost exportu výsledku do formátu PDF (Portable Document Format) pomocí knihoven *html2canvas* a *jsPDF*.

V rámci vyhovění základní administrace byla vytvořena také komponenta *CustomEditor.js*, která umožňuje přidat novou kategorii a její kritéria přímo v aplikaci. Kromě toho může uživatel do systému nahrát vlastní sadu kritérií prostřednictvím JSON (JavaScript Object Notation) souboru. Tím je zachován otevřený charakter platformy, který byl jedním z hlavních požadavků zadání. Možnosti aplikace včetně administrace a hlavního procesu hodnocení jsou přehledným způsobem popsány v nápovědách.

Samotná vyhodnocovací logika je oddělena od prezentační vrstvy a soustředěna do utility modulu *evaluationUtils.js*. Tento modul obsahuje funkce pro výpočet výsledku v rámci jedné kategorie, souhrnné statistiky za celé hodnocení a generování slovního shrnutí výsledků. Takové oddělení logiky od rozhraní zvyšuje přehlednost projektu a usnadňuje jeho budoucí údržbu i další rozšíření.

## 4.2.2 Funkcionalita, možnosti a UI

### Implementace hodnoticích kritérií

Důležitou součástí manuální aplikace je samotná implementace hodnoticích kritérií. Kritéria jsou uložena v externím datovém souboru *criteria.json* který je načítán při spuštění aplikace. Každá kategorie a kritérium mají jasnou strukturu (Obr. 8) obsahující id, název, popis a pole jednotlivých kritérií. Samotné kritérium je reprezentováno několika parametry,

kteřé zahrnuje: id položky, samotné znění kritéria, váhu, vysvětlení, případné odkazy, zdroj a ilustrační obrázky. Tento přístup umožňuje oddělit obsah hodnotící metodiky od samotné implementace uživatelského rozhraní. Změna textu kritéria, jeho vysvětlení nebo doplnění zdroje tedy nevyžaduje zásah do logiky aplikace, ale pouze úpravu datového souboru *criteria.json*.

```
{
  "id": "",
  "title": "",
  "description": "",
  "items": [
    {
      "id": ,
      "text": "
      "weight": ,
      "explanation": "",
      "links": [],
      "source": "",
      "images": []
    }
  ]
}
```

Obr. 8 Ukázka JSON struktury

Základním principem navrženého řešení je kombinace jednoduchého kvalitativního posouzení s kvantitativním výstupem. Hodnocení je realizováno formou checklistu, ve kterém uživatel postupně posuzuje jednotlivá kritéria a na jejich základě získává přehled o kvalitě hodnocené aplikace.

Zvolený přístup vychází z binárního modelu odpovědí (ano/ne), který umožňuje rychlé a srozumitelné vyhodnocení. V případech, kdy nelze kritérium jednoznačně posoudit, je možné využít variantu „nelze zjistit“, která zajišťuje, že výsledné hodnocení není ovlivněno nejednoznačností určitého případu (Obr. 9).

Každé kritérium může obsahovat doprovodné vysvětlení, zdroj, případně ilustrační obrázky. Uživatel tak nemusí být odkázán pouze na strohé znění otázky, ale může si zobrazit i podrobnější kontext a podpůrné materiály. Tím se snižuje riziko odlišného výkladu jednotlivých kritérií a zároveň se posiluje edukativní rozměr celé platformy.

Obr. 9 Ukázka manuální části procesu hodnocení

## **Uživatelské rozhraní a průběh hodnocení**

Při návrhu uživatelského rozhraní byl kladen důraz na jednoduchost, přehlednost a postupný přímočarý průchod hodnocením. Uživatel nejprve vstupuje do přehledu kategorií, z něhož si zvolí konkrétní oblast hodnocení. Každá kategorie je prezentována jako samostatná karta a další práce probíhá vždy pouze nad jednou aktivní kategorií.

V rámci detailu kategorie je zobrazen seznam kritérií doplněný o jednoduché ovládání odpovědí. Uživatel průběžně vidí i mezivýsledek dané kategorie v podobě ukazatele průběhu a bodového vyjádření. Po vyplnění jedné kategorie může přejít na další nebo se vrátit k předchozí. Aplikace tak podporuje jak lineární průchod, tak průběžné korekce odpovědí. Přehlednost doplňuje jednoduchá manipulace s odpověďmi, které lze měnit či resetovat na úrovni samostatné otázky, celé kategorie či rovnou všech kategorií dohromady.

Stylování celé hodnoticí části je soustředěn zejména v souboru *Criteria.css*, který definuje vzhled karet kategorií, tlačítek, detailů kritérií, ukazatele průběhu i reportu. Díky tomu byla dosažena vizuální jednotnost napříč celou aplikací. Důležitým prvkem návrhu je také to, že kritické nedostatky nejsou skryty celkovým procentuálním skóre, ale v reportu se explicitně vypisují jako nesplněná povinná kritéria.

Aplikace je navržena jako responzivní, a je tedy přizpůsobena i pro použití na mobilních zařízeních. Rozložení jednotlivých prvků se dynamicky přizpůsobuje velikosti obrazovky tak, aby zůstala zachována přehlednost a použitelnost i na menších displejích. Součástí aplikace je rovněž anglická jazyková verze, která umožňuje její využití i mimo české prostředí a rozšiřuje potenciální okruh uživatelů.

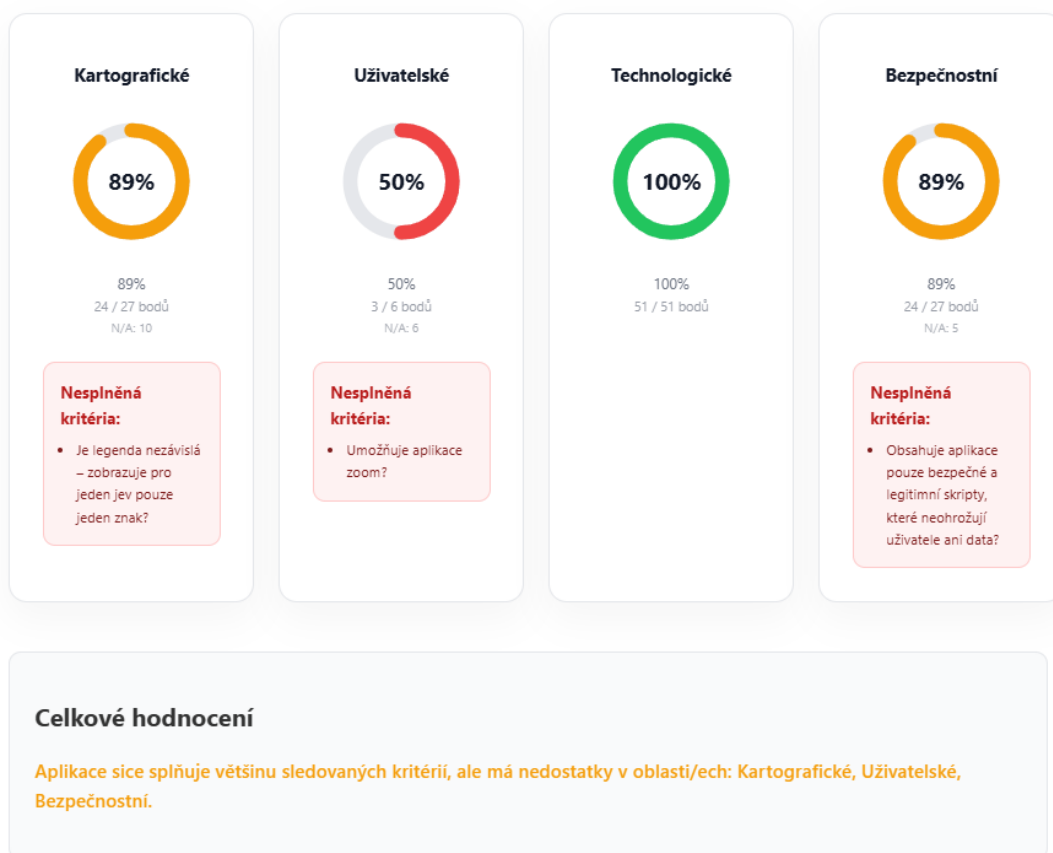
## **Vyhodnocení a generování reportu**

Vyhodnocení odpovědí je realizováno samostatnou výpočetní logikou. Po vyplnění kritérií aplikace vypočítává dílčí výsledky pro jednotlivé kategorie a následně i celkový výsledek za kompletní hodnocení. Výstupem není pouze číselné skóre, ale také slovní interpretace výsledku. Report je navržen tak, aby poskytoval rychlou a přehlednou orientaci v kvalitě hodnocené aplikace, ale zároveň umožňoval dohledat konkrétní problematická místa. Z tohoto důvodu obsahuje nejen procentuální hodnoty a bodový zisk, ale i seznam nesplněných povinných kritérií v rámci konkrétních kategorií.

Vizualizace výsledků je založena na kartách jednotlivých kategorií a kruhových ukazatelích, které reprezentují míru splnění dané oblasti. Závěrečná textová interpretace je generována automaticky na základě souhrnných statistik – celkových dosažených procent a také nesplněných povinných kritérií v rámci každé kategorie (Obr. 10). Důležitou funkcí je také export do PDF, který umožňuje výsledný report uchovat, sdílet nebo přiložit jako dokumentaci k hodnocenému mapovému dílu. Tato funkcionality zvyšuje praktickou použitelnost nástroje mimo samotné webové rozhraní. Export do PDF umožňuje výsledky archiovat, sdílet nebo využít jako porovnání při dalším hodnocení.

Výpočet výsledného skóre probíhá pomocí počítání bodů zodpovězených kritérií. Výsledná procentuální úspěšnost je počítána pouze z relevantních (nenulových) položek, což zajišťuje férovost výsledku. Implementovaná logika *globalStats* shromažďuje data napříč všemi kategoriemi a interpretuje je pomocí vizuálního feedbacku – využití kruhových grafů a barevného schéma (semafor: červená/oranžová/zelená).

## Souhrnný report

[Stáhnout PDF](#)

Obr. 10 Ukázka výsledného reportu

### Otevřenost systému a práce s vlastními kritérii

Jedním z hlavních požadavků zadání bylo, aby platforma byla otevřená a umožňovala editaci hodnoticích kritérií podle potřeb uživatele. To je důležité pro to, aby uživatel nebyl závislý na pilotní sadě kritérií, ale mohl si připravit kritéria podle vlastního uvážení, nebo přímo na konkrétní aplikaci. Tento požadavek byl řešen několika způsoby. Prvním je samotné oddělení datové vrstvy do externího JSON souboru. Druhým je implementace exportu a importu hodnoticích struktury. Uživatel si může stáhnout aktuální sadu kritérií, upravit ji/připravit si vlastní variantu a tu následně znovu nahrát do aplikace. Kromě toho je k dispozici i prázdná JSON šablona dodržující potřebnou strukturu formátu pro správné fungování nebo ještě manuální přidání kritérií v tabulkovém editoru. Třetím způsobem je vlastní editor kategorií přímo v prostředí aplikace. Uživatel může jednotlivé kategorie také podle potřeby vyřadit z procesu hodnocení.

Tento přístup představuje kompromis mezi uživatelskou přívětivostí a technickou jednoduchostí. Místo vazby na externí službu, jako je například cloudová tabulka nebo databázový systém, bylo zvoleno řešení založené na lokálním datovém souboru a klientské práci s ním. Díky tomu nevzniká závislost na autentizaci, cizí infrastruktuře ani síťových službách třetích stran. Zároveň je však zachována dostatečná míra otevřenosti, aby bylo možné hodnocení dále rozšiřovat nebo upravovat podle konkrétního využití.

## Perzistence dat a lokální ukládání

Aplikace využívá pro uchování uživatelských dat *localStorage*. Tímto způsobem jsou ukládány jednak samotné odpovědi, tak i uživatelské úpravy kategorií. Praktickým důsledkem je, že uživatel může aplikaci opustit a po opětovném otevření pokračovat v rozpracovaném hodnocení nebo pracovat s dříve nahranými vlastními kategoriemi, a také to zabraňuje ztrátě postupu hodnocení při případné závadě.

## Nasazení aplikace

Funkční verze aplikace byla nasazena prostřednictvím služby GitHub Pages. Toto řešení bylo zvoleno z důvodu jednoduchosti, dostupnosti a snadné aktualizace zdrojového kódu. Pro potřeby bakalářské práce představuje GitHub Pages vhodnou formu publikace výsledné aplikace, neboť umožňuje zpřístupnit aktuální verzi nástroje bez nutnosti provozu vlastního serveru. Nasazení zároveň odpovídá charakteru klientské aplikace, jejíž hlavní logika běží v prohlížeči uživatele. Vzhledem k tomu, že většina operací probíhá lokálně na straně klienta a aplikace neprovádí náročné serverové výpočty, lze očekávat bezproblémový provoz při určitém počtu současně připojených uživatelů, typicky v řádu jednotek až desítek.

## Shrnutí

Manuální aplikace představuje interaktivní webový nástroj pro hodnocení webových map, který propojuje strukturovaný hodnoticí model, přehledné uživatelské rozhraní a automatizované vyhodnocení výsledků. Z technologického hlediska byla aplikace navržena jako modulární React systém, v němž hlavní řídicí komponenta spravuje stav a návaznost aplikace, samostatné komponenty zajišťují prezentaci kategorií, kritérií, reportu. Navíc je také výpočetní logika oddělena do samostatného modulu. Datová reprezentace kritérií v externím JSON souboru spolu s možností importu a exportu zajišťuje otevřenost systému a jeho dobrou rozšiřitelnost. Přestože se jedná o klientské řešení, aplikace již v této fázi pokrývá klíčové požadavky zadání: umožňuje definovat a zobrazovat hodnoticí kritéria, provést manuální evaluaci, vygenerovat závěrečný report a poskytuje základ pro další rozvoj platformy.

## Metodika hodnocení webových map

Základním principem navrženého řešení je kombinace jednoduchého kvalitativního posouzení s kvantitativním výstupem. Hodnocení je realizováno formou checklistu, ve kterém uživatel postupně posuzuje jednotlivá kritéria a na jejich základě získává přehled o kvalitě hodnocené aplikace.

Zvolený přístup vychází z binárního modelu odpovědi (ano/ne), který umožňuje rychlé a srozumitelné vyhodnocení. V případech, kdy nelze kritérium jednoznačně posoudit, je možné využít variantu „nelze zjistit“, která zajišťuje, že výsledné hodnocení není ovlivněno nejednoznačnými situacemi.

## Otevřenost a rozšiřitelnost

Jedním z hlavních cílů byla modifikovatelnost. Platforma využívá **JSON jako primární datový model** pro kritéria. Díky tomu je systém nezávislý na pevném kódu – uživatel může skrze základní administraci editovat či nahrát JSON souboru přidávat nová kritéria podle

vlastního uvážení. „Platforma je navržena jako otevřený systém umožňující uživatelskou modifikaci hodnoticích kritérií bez zásahu do zdrojového kódu.“

### 4.3 Omezení řešení

Nutno konstatovat, že proces plánování, přípravy ani samotné tvorby aplikace se neobešel bez komplikací ovlivňující koncepci, rozhodování v průběhu práce i finální podobu aplikace. Bylo potřebné provádět kompromisy mezi koncovou funkcí aplikace, zvolenými přístupy vývoje nebo metodami hodnocení, a to především z pohledu časové zátěže a dostupných možností.

Zásadní změnou bylo opuštění od automatického řešení hodnocení – maximální počet kritérií automaticky identifikovat v kódu aplikace. Obecné automatické hodnocení se ukázalo jako nerealizovatelné v rámci bakalářské práce. To na základě několika důvodů, jejichž kombinace vedla k odklonu od realizace tohoto řešení. Mezi tyto důvody patří:

- **Technologická heterogenita:** Webové mapové aplikace jsou realizovány pomocí široké škály technologií a frameworků (Leaflet, OpenLayers, Mapbox GL JS, ArcGIS API for JavaScript a další). Každá z těchto technologií používá odlišné způsoby definice pro různé prvky mapy/aplikace, a nelze je tak snadno a spolehlivě identifikovat.
- **Nepřístupnost interní logiky aplikací:** Mnoho webových mapových aplikací neposkytuje přístup ke své interní logice ani ke zdrojovým datům. Z pohledu uživatele (resp. hodnoticího nástroje) je aplikace dostupná pouze jako výsledné rozhraní v prohlížeči. To znamená, že nelze například spolehlivě zjistit použití některých prvků, což by výrazně snižovalo hodnotu univerzálního přístupu.
- **Renderování mimo DOM (Document Object Model):** Moderní webové mapové aplikace často využívají technologie jako Canvas nebo WebGL, které vykreslují mapový obsah mimo standardní DOM strukturu stránky. To znamená, že jednotlivé prvky nemusí být reprezentovány jako samostatné HTML elementy, Automatická detekce prvků je tak v těchto případech často nemožná bez pokročilých metod analýzy obrazu
- **Omezení ze strany poskytovatelů:** Mnoho webových mapových aplikací využívá externí služby a API, jejichž použití je regulováno licenčními podmínkami (Terms of Service). Implementace automatického hodnoticího nástroje by tak mohla být v rozporu s těmito podmínkami, což představuje nejen technické, ale i legislativní omezení.
- **Legislativní a etické aspekty:** Automatizovaná analýza webových aplikací může narážet na legislativní a etické otázky, zejména v souvislosti s ochranou autorských práv, ochranou dat nebo neautorizovaným přístupem k obsahu aplikací

#### Manuální checklist

Hlavním limitem absence automatického hodnocení je v tomto případě samotná metoda manuálního přístupu – kompromis, který s sebou přináší jak pozitivní, tak negativní faktory.

Jedním z nich je **subjektivita uživatele**. I přes snahu o formulaci co nejvíce objektivních a jednoznačných kritérií zůstává jejich interpretace do určité míry závislá na uživateli. Hodnotitel může například některá zhotovení parametrů své aplikace či otázky odlišně posoudit. Tato subjektivita může vést k rozdílným výsledkům hodnocení mezi jednotlivými uživateli a snižuje plnou reprodukovatelnost výsledků. Na druhou stranu je však tento aspekt do určité míry nevyhnutelný, jelikož řada kartografických a UX vlastností není exaktně měřitelná.

Dalším je **Binární model hodnocení (ANO/NE)**. Použitý model odpovědi (ANO/NE) neumožňuje zachytit částečné splnění kritéria. V praxi se často vyskytují situace, kdy aplikace daný požadavek splňuje pouze částečně, což nelze v rámci binárního modelu přesně vyjádřit. Tato skutečnost byla při návrhu kritérií zohledněna. Kritéria byla formulována tak, aby byla co nejvíce jednoznačná. Zvolený přístup tak představuje kompromis mezi jednoduchostí hodnocení a jeho efektivitou.

Důležitým faktorem je také **závislost na znalostech uživatele**. Kvalita výsledného hodnocení je přímo závislá na zkušenostech a znalostech hodnotitele. Uživatel bez základního povědomí o kartografii nebo webových mapách může mít obtíže s interpretací některých kritérií, což může ovlivnit výsledky. Tento limit je částečně eliminován samotným specifikem tématu – tedy ten kdo vytvořil/chtěl by vytvořit webovou mapovou aplikaci, bude mít nějaké znalosti v oblasti, případně doplněním vysvětlujících textů, odkazů na zdroje nebo ilustračních obrázků.

Nelze opomenout **Časová náročnost**. Na rozdíl od automatizovaného přístupu vyžaduje manuální hodnocení aktivní zapojení uživatele a určitý čas potřebný k projití všech kategorií a kritérií.

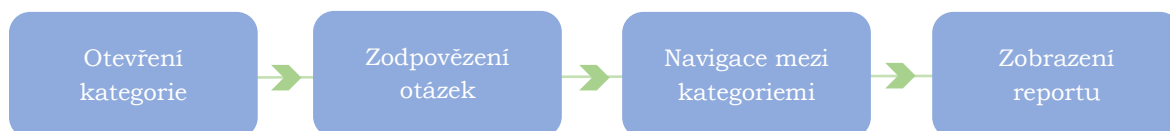
Posledním větším limitem je upřímnost uživatele. To, zda uživatel opravdu vyplňuje kritéria pravdivě na základě podoby a parametrů jím zhotovené testované aplikace. Pro uživatele by kritická zpětná vazba měla být cennější než umělá pochvala.

I přes veškeré limity, představuje manuální checklist velmi jednoduchý a intuitivní způsob hodnocení, který nevyžaduje žádné technické znalosti ani speciální nástroje. Uživatel je postupně a přehledně veden jednotlivými kroky hodnocení. Zásadní výhodou manuálního přístupu je možnost zahrnout do hodnocení i taková kritéria, která nelze ani teoreticky automatickým způsobem vyhodnotit. Manuální přístup umožňuje snadnou modifikaci hodnotících kritérií podle konkrétního účelu hodnocení. Díky využití JSON formátu může uživatel: upravovat existující kritéria, přidávat nová kritéria a přizpůsobit hodnotící model specifickým požadavkům. Na rozdíl od automatizovaných algoritmů, jejichž rozhodování může být pro uživatele obtížně interpretovatelné, je manuální hodnocení plně transparentní. Uživatel přesně ví, jaká kritéria byla hodnocena, jaké odpovědi zadal a jakým způsobem byl vypočten výsledný výstup.

Manuální přístup hodnocení představuje vědomý kompromis mezi přesností, jednoduchostí a praktickou použitelností nástroje. Přestože přináší určitá omezení, zejména v podobě subjektivity a zjednodušeného binárního modelu, umožňuje zahrnout široké spektrum kvalitativních aspektů, které by nebylo možné automatizovaně spolehlivě vyhodnotit. V kontextu této práce tak představuje vhodné řešení pro návrh univerzálně použitelného hodnotícího nástroje. Možnosti rozšíření o automatizovanou složku či další limity jsou probrány v diskusi.

## 4.4 Testování aplikace

Testování bylo provedeno na funkční demo verzi aplikace. Hlavním cílem bylo získat uživatelskou zpětnou vazbu týkající se přehlednosti a srozumitelnosti samotného procesu hodnocení:



Testovací verze aplikace obsahovala pouze základní funkce – byla naplněna pilotní sadou kritérií, nebyla v ní umožněna administrace ani přepínání jazyků. Šlo o to zjistit uživatelsky slabé/nepřehledné prvky a souvislost postupu hodnocení. Také bylo možno otestovat základní sadu kritérií – vhodnost rozdělení kategorií, jejich obsah a formulaci otázek.

Součástí testování byl strukturovaný dotazník (příloha 2) zaměřený na získání zpětné vazby k použitelnosti, srozumitelnosti a přínosu aplikace, přičemž respondenti hodnotili jednotlivé aspekty a doplňovaly zpětnou vazbu. Otázky se týkaly zejména funkčnosti nástroje, kvality hodnoticích kritérií, přehlednosti uživatelského rozhraní, výsledného reportu a potenciálu využití aplikace v praxi i ve výuce.

Všichni zúčastnění respondenti uvedli, že mají zkušenosti s tvorbou webových map. Přibližně dvě třetiny respondentů se již dříve setkaly s hodnocením kvality mapových aplikací. Lze tedy konstatovat, že zpětná vazba byla získána od uživatelů, kteří mají alespoň základní přehled o problematice.

Z hlediska použitelnosti nástroje byly výsledky převážně pozitivní. Většina respondentů uvedla, že je schopna pomocí nástroje základním způsobem ohodnotit mapovou aplikaci. Podobně byla kladně hodnocena i srozumitelnost postupu hodnocení a struktura kategorií, které respondenti považovali za přijatelně navržené.

Pozitivně byla hodnocena také kvalita hodnoticích kritérií. Většina respondentů označila kritéria jako dostatečně kompletní. To naznačuje, že navržená sada kritérií pokrývá hlavní aspekty webových mapových aplikací.

Z hlediska uživatelského rozhraní byla aplikace hodnocena jako přehledná a srozumitelná. Vysoké hodnocení získala zejména ovladatelnost aplikace a orientace v rozhraní. Výsledný report byl většinou vnímán jako dostatečně přehledný, i když v některých případech byl hodnocen spíše jako průměrný, což ukazuje na prostor pro jeho další rozvoj.

Zajímavým zjištěním je také vnímání přínosu nástroje. Většina respondentů uvedla, že by nástroj mohl být využit jak ve výuce, tak v praxi, případně obecně při tvorbě map. Zároveň více než polovina respondentů uvedla, že by nástroj pravděpodobně využila při tvorbě vlastní aplikace.

Otevřené odpovědi respondentů potvrdily hlavní přínos nástroje zejména v tom, že poskytuje přehledný seznam požadavků a upozorňuje na aspekty, které by uživatel při tvorbě mapy mohl opomenout. Nástroj tak plní nejen hodnoticí, ale i částečně edukativní funkci.

Na základě zpětné vazby byly identifikovány také některé nedostatky a návrhy na zlepšení, přičemž některé byly přímo realizovány. Mezi nejčastější patřila potřeba doplnění možnosti „nevím“ nebo „nelze zjistit“ u jednotlivých kritérií, která by umožnila lépe pracovat s případy, kdy uživatel není schopen daný aspekt posoudit – to pomůže při konečném hodnocení, aby nebyly zkreslovány výsledky omezenými možnostmi odpovědí. Další připomínky, které byly okamžitě zakomponovány, se týkaly především uživatelského rozhraní – například úprav responzivity pro mobilní zařízení, změna principu posouvání stránky nebo přepracování tlačítek. Dále se objevily návrhy na optimalizaci logiky hodnocení, například automatické skrývání navazujících kritérií v případě, že základní podmínka není splněna nebo zlepšení kvality generovaného PDF reportu. Tyto podněty ukazují možnosti dalšího rozvoje aplikace směrem k vyšší uživatelské přívětivosti a efektivitě hodnocení.

Celkově lze testování hodnotit jako úspěšné. Výsledky potvrzují, že aplikace je srozumitelná, použitelná a má potenciál praktického využití. Získaná zpětná vazba zároveň poskytla konkrétní podněty pro její další úpravy a rozšíření.

## 5 VÝSLEDKY

Kapitola shrnuje hlavní výstupy práce, které byly dosaženy v průběhu návrhu a realizace hodnoticí platformy. Jedná se především o návrh sady hodnoticích kritérií, vytvoření funkční webové aplikace a ověření její použitelnosti prostřednictvím testování. Výsledky přímo navazují na cíle práce definované v úvodu a vycházejí z postupů popsanych v předchozích kapitolách.

### 5.1 Návrh hodnoticích kritérií

Klíčovým výstupem práce je návrh sady hodnoticích kritérií, která slouží jako základ pro posouzení kvality webových mapových aplikací. Kritéria byla vytvořena na základě syntézy poznatků z odborné literatury, pravidel a doporučení v oblasti webové kartografie, kartografie obecně, použitelnosti a technologických aspektů webových aplikací.

Navržená kritéria jsou rozdělena do čtyř základních kategorií (Tabulka 5), které zastrešují hlavní oblasti ovlivňující kvalitu webových mapových aplikací:

Tabulka 5 Přehled kategorií a počtu kritérií

| Kategorie     | Počet kritérií (základní + doplňující) |
|---------------|----------------------------------------|
| Kartografické | 19 (+12)                               |
| Uživatelské   | 8                                      |
| Technologické | 17                                     |
| Bezpečnostní  | 13                                     |

Toto členění umožňuje systematické posouzení aplikace z více pohledů a zároveň poskytuje přehlednou strukturu celého hodnoticího procesu. Každá kategorie se zaměřuje na specifickou oblast – od vizuální a obsahové správnosti mapy, přes její použitelnost, až po technické řešení a důvěryhodnost dat. Rozdělení a počet kritérií je vytvořen na základě rešerše, jedné se otevřenou pilotní sadu, která může být uživatelem jednoduše upravena.

Celková sada kritérií byla navržena tak, aby pokrývala klíčové vlastnosti většiny běžných webových mapových aplikací. Důraz byl kladen na obecnost jednotlivých kritérií, aby bylo možné nástroj aplikovat na široké spektrum mapových řešení, bez vazby na konkrétní technologii nebo typ aplikace. Přehled všech navržených kritérií je uveden v příloze práce.

Samotná kritéria jsou formulována jako jednoduché otázky, na které uživatel odpovídá na základě posouzení konkrétní aplikace. Hodnocení probíhá pomocí binárního modelu odpovědí (ANO/NE), případně s možností „nelze zjistit“ v případech, kdy uživatel není schopen daný aspekt jednoznačně posoudit. Tento přístup umožňuje rychlé a srozumitelné vyhodnocení, přičemž zároveň reflektuje reálné situace, kdy některé informace nemusí být z aplikace dostupné.

### 5.2 Realizace webové aplikace

Dalším hlavním výsledkem práce je vytvoření funkční webové aplikace, která implementuje navržený hodnoticí systém. Aplikace byla realizována jako klientská webová platforma s využitím knihovny React (viz kapitola 4.2), což umožnilo vytvořit interaktivní prostředí pro práci s hodnoticími kritérii.

Funkční verze vytvořené aplikace byla nasazena do online prostředí a je dostupná prostřednictvím služby GitHub Pages na adrese: <https://dzejkob1.github.io/webmap-evaluation-app/>. Uživatel tak může hodnotící nástroj spustit přímo ve webovém prohlížeči bez nutnosti instalace dalších programů.

Nástroj je navržený tak, aby byl co nejvíce obecně použitelný. Nebyl tedy vázán na konkrétní aplikaci nebo technologii, ale snaží se zastřešit co nejširší spektrum webových mapových aplikací. Aplikace je koncipována jako průvodce (checklist), který uživatele postupně provádí jednotlivými kategoriemi a kritérii. Uživatel hodnotí konkrétní mapovou aplikaci vyplňováním jednotlivých otázek, přičemž aplikace průběžně zaznamenává odpovědi a umožňuje jejich úpravu.

Součástí aplikace je také automatizované vyhodnocení zadaných odpovědí. Po dokončení hodnocení je vygenerován přehledný report, který obsahuje:

- dílčí výsledky jednotlivých kategorií
- celkové shrnutí výsledku
- identifikaci problematických oblastí

Výsledný report je navržen tak, aby poskytoval rychlou orientaci v kvalitě hodnocené aplikace a zároveň umožňoval identifikaci konkrétních nedostatků. Důležitou vlastností je také možnost exportu výsledků, rozšiřuje uživatelské možnosti jako sdílení nebo sledování posunu a rozvoje.

Výstupní report obsahuje nejen číselné vyjádření výsledků v procentech, ale také vizuální znázornění pomocí grafických prvků a slovní interpretaci výsledku. Důležitou součástí je také identifikace nesplněných kritérií, která umožňuje uživateli rychle odhalit problematické oblasti hodnocené aplikace.

Z technologického hlediska je aplikace navržena jako rozšiřitelný systém (viz kapitola 4.2.1). Kritéria jsou uložena v externím datovém souboru, což umožňuje jejich úpravu bez zásahu do zdrojového kódu. Tím je zajištěna otevřenost platformy, která byla jedním z hlavních požadavků zadání.

### **Zaměření na cílovou skupinu a typ aplikací**

Navržené řešení je určeno pro široké spektrum uživatelů, kteří se zabývají tvorbou nebo hodnocením webových map. Jedná se jak o zkušenější uživatele s kartografickými nebo technologickými zkušenostmi, tak i o začínající tvůrce, kteří potřebují základní orientaci v pravidlech tvorby mapových aplikací.

Nástroj je zaměřen na co největší počet aplikací. Jakýmsi referenčním bodem se stal typ webových mapových aplikací, které kombinují podkladovou mapu s vlastním tematickým nebo informačním obsahem. Tento typ aplikací je v současnosti nejrozšířenější a zahrnuje například mapové portály, tematické mapy nebo informační aplikace. Návrh kritérií i struktura aplikace byly tímto typem směřovány.

### **Ověření funkčnosti a použitelnosti**

Důležitou součástí výsledků je také ověření funkčnosti navrženého řešení prostřednictvím testování (viz kapitola 4.4). Testování ukázalo, že aplikace je z pohledu uživatelů srozumitelná, přehledná a použitelná pro hodnocení webových mapových aplikací.

Získaná zpětná vazba potvrdila, že navržený checklist umožňuje systematické posouzení aplikace a pomáhá uživatelům identifikovat nedostatky, které by jinak mohly zůstat přehlédnuty. Zároveň bylo ověřeno, že struktura kategorií a formulace kritérií jsou vnímány jako logické a smysluplné.

Výsledky testování také ukázaly potenciál nástroje pro praktické využití, a to jak ve výuce, tak při návrhu a kontrole mapových aplikací. Respondenti ocenili zejména

přehlednost kritérií a možnost získat souhrnný výstup ve formě reportu, také ale poukázali na slabší stránky a nedostatky aplikace, čímž pomohli k realizaci několika úprav či možnosti budoucího rozšíření.

### **5.3 Shrnutí dosažených výsledků**

Na základě provedené práce lze shrnout hlavní dosažené výsledky následovně:

- byla navržena sada hodnoticích kritérií pokrývající hlavní aspekty webových mapových aplikací
- kritéria byla systematicky rozdělena do čtyř základních kategorií
- byla vytvořena funkční webová aplikace umožňující manuální hodnocení map
- byl implementován mechanismus vyhodnocení a generování reportu
- byla ověřena použitelnost a přehlednost aplikace prostřednictvím uživatelského testování

Navržený nástroj přináší uživateli možnost rychlého a systematického posouzení kvality webových mapových aplikací. Umožňuje identifikovat slabá místa, ověřit splnění základních požadavků a zároveň slouží jako podpůrný nástroj při návrhu nových mapových řešení. Tyto výsledky potvrzují splnění hlavního cíle práce, kterým bylo navrhnout a otestovat otevřenou platformu pro hodnocení webových mapových aplikací. Navržené řešení představuje funkční základ, který lze dále rozvíjet a přizpůsobovat konkrétním potřebám uživatelů.

## 6 DISKUZE

V průběhu návrhu a implementace aplikace bylo nutné řešit několik zásadních omezení, která ovlivnila jak koncepci řešení, tak jeho finální podobu. Klíčovým rozhodnutím bylo upuštění od původně zamýšleného automatizovaného hodnocení webových mapových aplikací. Tento přístup měl spočívat v identifikaci co největšího počtu hodnotících kritérií přímo ze struktury aplikace, avšak v průběhu práce se ukázalo, že jeho obecná realizace není v daném rozsahu práce proveditelná.

Hlavním důvodem je výrazná technologická heterogenita webových mapových aplikací. Ty jsou realizovány pomocí různých frameworků a knihoven, které odlišným způsobem implementují jak mapové prvky, tak uživatelské rozhraní. Neexistuje tedy jednotný způsob, jak tyto prvky automaticky detekovat. Dalším zásadním omezením je nepřístupnost interní logiky aplikací, kdy hodnotící nástroj pracuje pouze s výsledným rozhraním v prohlížeči a nemá přístup k tomu, jak jsou data či funkce implementovány na pozadí. Problém dále prohlubuje skutečnost, že moderní mapové aplikace často využívají technologie jako Canvas nebo WebGL, kde jednotlivé prvky nejsou reprezentovány v DOM struktuře a nelze je tak běžnými metodami analyzovat. Automatizované řešení by rovněž naráželo na omezení ze strany poskytovatelů mapových služeb a jejich licenčních podmínek, případně na legislativní a etické otázky spojené s automatizovaným zpracováním cizího obsahu.

Na základě těchto skutečností byl zvolen manuální přístup založený na checklistu. Ten však s sebou přináší vlastní omezení. Především se jedná o určitou míru subjektivity, kdy interpretace některých kritérií závisí na konkrétním uživateli. To může vést k rozdílným výsledkům hodnocení a snižuje plnou reprodukovatelnost. Dalším omezením je použití binárního modelu odpovědi (ANO/NE), který neumožňuje zachytit částečné splnění kritéria. Tento nedostatek byl částečně eliminován vhodnou formulací kritérií tak, aby byla co nejjednoznačnější. Výsledné hodnocení je rovněž závislé na znalostech a zkušenostech uživatele, což může ovlivnit jeho kvalitu, a nelze opomenout ani vyšší časovou náročnost oproti automatizovaným přístupům. Specifickým limitem je také předpoklad, že uživatel hodnotí aplikaci objektivně a pravdivě.

Na druhou stranu manuální přístup umožňuje zahrnout i takové aspekty hodnocení, které by nebylo možné automatizovaně spolehlivě vyhodnotit, zejména v oblasti kartografické kvality a uživatelské přívětivosti. Zvolené řešení tak představuje vědomý kompromis mezi mírou automatizace a schopností postihnout komplexní charakter webových mapových aplikací. Do budoucna by bylo možné uvažovat o částečné automatizaci vybraných kritérií, avšak plně automatizovaný univerzální nástroj zůstává vzhledem k uvedeným omezením problematický.

### **Srovnání s existujícími přístupy**

Navržený přístup se liší od většiny existujících metod hodnocení či seznamů pravidel a konvencí webových mapových aplikací. Jak vyplývá z rešerše (kapitola 2), odborné studie se zpravidla zaměřují na dílčí aspekty – například použitelnost, uživatelské rozhraní nebo konkrétní kartografické prvky. Pokud se jedná o hodnocení je často prováděno formou experimentů, uživatelského testování nebo srovnávací analýzy několika vybraných aplikací. Žádné ale neobsahují nějaký ucelený obecný seznam kritérií nebo proces hodnocení, který by umožnil prostou evaluaci celé aplikace.

Na rozdíl od těchto přístupů se tato práce snaží vytvořit obecně použitelný systém, který kombinuje více oblastí hodnocení do jednoho nástroje. Navržený checklist tak nepředstavuje detailní analytickou metodu zaměřenou na konkrétní problém, ale spíše univerzální rámec, který umožňuje rychlé a systematické posouzení aplikace jako celku.

## **Alternativní přístupy řešení**

Vedle zvoleného manuálního checklistu bylo možné uvažovat o několika alternativních přístupech. Jednou z možností by bylo vytvoření provedení, které by umožňovalo detailnější hodnocení na základě víceúrovňových odpovědí nebo bodového škálování. Tento přístup by umožnil přesnější zachycení kvality jednotlivých aspektů, avšak za cenu výrazně vyšší složitosti a nižší přehlednosti pro uživatele. Také by do hodnocení vstupovala větší míra subjektivity uživatele.

Další variantou by bylo využití čistě uživatelského testování, například formou dotazníků nebo experimentů s respondenty. Tento přístup je běžně využíván v odborných studiích, jeho nevýhodou je však časová náročnost a omezená přenositelnost výsledků na jiné aplikace.

## **Možnosti rozšíření a další vývoj**

Navržená aplikace představuje funkční základ, který lze dále rozvíjet. Jednou z hlavních oblastí pro další vývoj je rozšíření administrace. Současné řešení umožňuje import, export a základní úpravu kritérií, avšak pokročilejší správa by mohla zahrnovat například:

- editaci kritérií přímo v uživatelském rozhraní bez nutnosti práce s JSON souborem
- verzování jednotlivých sad kritérií
- sdílení kritérií mezi uživateli
- kategorizaci a filtrování větších množin kritérií
- import a úprava kritérií
- napojení na externí nástroje pro správu dat typu Google Sheets.

Další významnou oblastí je vylepšení výstupního reportu. Současná podoba poskytuje základní přehled výsledků, avšak do budoucna by bylo možné rozšířit ji o interaktivní prvky. Například:

- vizualizaci vývoje hodnocení v čase
- porovnání více hodnocených aplikací
- pokročilejší strukturování exportu do PDF

Z hlediska uživatelského prostředí by bylo možné dále optimalizovat navigaci, responzivitu nebo vizuální stránku aplikace na základě širšího uživatelského testování.

## **Možnosti částečné automatizace**

Přestože plně automatizované hodnocení nebylo realizováno, určité možnosti částečné automatizace existují. Z důvodů zmíněných v kapitole 4.3 by bylo v podstatě nemožné vytvořit univerzální automatické hodnocení ze zdrojového kódu aplikací. Možností automatického hodnocení by mohla být stále pokročilejší AI – v tomto případě využití metod strojového učení, konkrétně analýzy obrazu. Teoreticky by bylo možné vytvořit model, který by na základě screenshotu mapové aplikace vyhodnocoval některé vizuální aspekty, například přítomnost kompozičních prvků mapy, vizuální hierarchii nebo použití znaků. Takový přístup by však vyžadoval rozsáhlou trénovací datovou sadu, definici hodnotících metrik a řešení problémů spojených s různorodostí mapových aplikací.

Pro obecně použitelný nástroj by jejich implementace byla velmi náročná a stále by nebyly zaručeny dostatečně spolehlivé výsledky. Z tohoto důvodu zůstává manuální hodnocení v kontextu této práce vhodnějším řešením.

## 7 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout a otestovat otevřenou platformu pro hodnocení webových mapových aplikací. Důraz byl kladen především na výběr a strukturování hodnoticích kritérií a na návrh způsobu postupu jejich vyhodnocení v prostředí prakticky použitelné aplikace.

V první fázi práce byla provedena rešerše zaměřená na principy webové kartografie, tvorbu map ve webovém prostředí a existující přístupy k hodnocení mapových aplikací. Na jejím základě byly identifikovány klíčové oblasti, které ovlivňují kvalitu webových map. Tyto poznatky byly následně využity při návrhu pilotní sady hodnoticích kritérií.

Navržená kritéria byla systematicky rozdělena do čtyř základních kategorií – kartografické, uživatelské, technologické a bezpečnostní aspekty. Kritéria byla formulována takovým způsobem, aby byla jednoznačná a maximálně obecně použitelná.

Na základě navržené metodiky byla vytvořena webová aplikace, která umožňuje manuální hodnocení mapových aplikací formou strukturovaného checklistu. Uživatel je veden jednotlivými kroky hodnocení a na základě svých odpovědí získává přehledný výstup ve formě závěrečného reportu. Aplikace byla navržena jako otevřená, tedy umožňuje úpravu a rozšiřování hodnoticích kritérií bez zásahu do zdrojového kódu.

Součástí práce bylo také testování aplikace, jehož cílem bylo ověřit její použitelnost a srozumitelnost. Výsledky testování ukázaly, že navržený nástroj je z pohledu uživatelů přehledný, použitelný a má potenciál praktického využití. Zároveň byly identifikovány oblasti pro další zlepšení, konkrétně v oblasti uživatelského rozhraní a výstupního reportu. Doplňující zpětná vazba z dotazníku byla získána také prostřednictvím sdílení aplikace ve facebookové skupině České kartografické společnosti.

Hlavním výsledkem práce je funkční prototyp hodnoticí platformy, který propojuje teoretické poznatky primárně z oblasti kartografie, ale i zbývající části webových aplikací. Navržený systém umožňuje srozumitelné posouzení kvality webových mapových aplikací a může sloužit jako podpůrný nástroj při jejich návrhu i tvorbě.

## POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

ABRAN, Alain, KHELIFI, Adel, SURYN, Witold a Ahmed SEFFAH. Usability Meanings and Interpretations in ISO Standards. *Software Quality Journal* [online]. 2003, 11, s. 325–338. Dostupné z: <https://doi.org/10.1023/A:1025869312943> [cit. 2026-01-29].

AXIS MAPS. Visual Variables [online]. 2025 [cit. 2026-02-11]. Dostupné z: <https://www.axismaps.com/guide/visual-variables>

BLACK, Michael A. a William E. CARTWRIGHT. Web cartography & Web-enabled geographic information systems (GIS). New possibilities, new challenges. In: *The 22nd International Cartographic Conference*. A Coruña, Spain, 2005.

BROOKE, John. SUS: A “quick and dirty” usability scale. In: JORDAN, Patrick W., THOMAS, Bruce, MCCLELLAND, Ian L. a Bernard WEERDMEESTER, eds. *Usability Evaluation in Industry*. London: Taylor & Francis, 1996, s. 189–194.

GUDES, Ori, YIGITCANLAR, Tan, TAL, Yoav a Yaakov BAR-LAVI. Innovative cartography standards for Web-GIS portals: case study of the Survey of Israel’s Web-GIS Portal. 2009.

HAKLAY, Muki. How can we ensure that GI is a good career choice? *GIS Professional*. 2007, 19. ISSN 17483646.

KOCH, Wolf. Jacques Bertin’s theory of graphics and its development and influence on multimedia cartography. *Information Design Journal*. 2001, 10(1), s. 37–43. Dostupné z: <https://doi.org/10.1075/idj.10.1.07koc> [cit. 2026-01-29].

KOMÁRKOVÁ, Jitka a kol. Usability user testing of selected web-based GIS applications. *WSEAS Transactions on Computers*. 2010. Dostupné z: <https://doi.org/10.5555/1852381.1852384> [cit. 2026-01-29].

KRAAK, Menno-Jan a Allan BROWN, eds. *Web Cartography*. 1. vyd. Boca Raton: CRC Press, 2001. Dostupné z: <https://doi.org/10.1201/9781482289237> [cit. 2026-01-29].

KRAAK, Menno-Jan a Ferjan ORMELING. *Cartography: Visualization of Spatial Data*. 3. vyd. Harlow: Pearson Education, 2010. ISBN 978-0-273-72279-3.

KRAAK, Menno-Jan, ROTH, Robert E., RICKER, Britta, KAGAWA, Ayako a Guillaume LE SOURD. *Mapping for a Sustainable World* [online]. New York: United Nations, 2020. ISBN 978-92-1-604046-8. Dostupné z: <https://doi.org/10.18356/9789216040468> [cit. 2026-04-20].

LANGER, Marc, SCHREPP, Martin a kol. *User Experience Questionnaire (UEQ)* [online]. Dostupné z: <https://www.ueq-online.org/> [cit. 2026-01-29].

LAUGWITZ, Bettina, HELD, Theo a Martin SCHREPP. Construction and Evaluation of a User Experience Questionnaire. In: HOLZINGER, Andreas, ed. *HCI and Usability for Education and Work*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2008, s. 63–76. Dostupné z: [https://doi.org/10.1007/978-3-540-89350-9\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-540-89350-9_6) [cit. 2026-01-29].

LEWIS, James R. The System Usability Scale: Past, Present, and Future. *International Journal of Human–Computer Interaction* [online]. 2018, 34(7), s. 577–590. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1455307> [cit. 2026-01-29].

LONGLEY, Paul A., GOODCHILD, Michael F., MAGUIRE, David J. a David W. RHIND. *Geographic Information Systems and Science*. 3<sup>rd</sup> edition. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011. 456 s. ISBN 978-0470721445.

LYZARA, Ria, PURWANDARI, Betty, ZULFIKAR, Muhammad Fadhil, SANTOSO, Harry Budi a Iis SOLICHAH. E-Government Usability Evaluation: Insights from A Systematic Literature Review. In: *Proceedings of the 2nd International Conference on Software Engineering and Information Management* [online]. New York: ACM, 2019, s. 249–253. Dostupné z: <https://doi.org/10.1145/3305160.3305178> [cit. 2026-01-29].

MIKLÍN, Jan, DUŠEK, Radek, KRTIČKA, Luděk a Oto KALÁB. *Tvorba map* [online]. Ostrava: Ostravská univerzita, 2018. ISBN 978-80-7599-017-4. Dostupné z: <https://tvorbamap.osu.cz/> [cit. 2026-05-01].

NĚTEK, Rostislav. *Webová kartografie – specifika tvorby interaktivních map na webu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2020. 196 s. ISBN 978-80-244-5827-4.

NIELSEN, Jakob a Rolf MOLICH. Heuristic evaluation of user interfaces. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* [online]. New York: ACM, 1990, s. 249–256. Dostupné z: <https://doi.org/10.1145/97243.97281> [cit. 2026-01-29].

NIVALA, Annu-Maaria, BREWSTER, Stephen a Tiina L. SARJAKOSKI. Usability Evaluation of Web Mapping Sites. *The Cartographic Journal* [online]. 2008, 45(2), s. 129–138. Dostupné z: <https://doi.org/10.1179/174327708X305120> [cit. 2026-01-29].

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM. *OGC Body of Knowledge – Version 0.1 – Discussion Paper* [online]. 2020. Dostupné z: <https://doi.org/10.62973/19-077> [cit. 2026-01-29].

RIEMAN, John, FRANZKE, Marita a David REDMILES. Usability evaluation with the cognitive walkthrough. In: *Conference Companion on Human Factors in Computing Systems* [online]. New York: ACM, 1995, s. 387–388. Dostupné z: <https://doi.org/10.1145/223355.223735> [cit. 2026-01-29].

ROBINSON, Anthony C., ROTH, Robert E. a Alan M. MACEACHREN. Challenges for Map Symbol Standardization in Crisis Management. 2010.

RZESZEWSKI, Michał a Jacek KOTUS. Usability and usefulness of internet mapping platforms in participatory spatial planning. *Applied Geography* [online]. 2019, 103, s. 56–69. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.01.001> [cit. 2026-01-29].

ŘEZÁČ, Jan. *Web ostrý jako břitva: návrh fungujícího webu pro webdesignery a zadavatele projektů*. Jihlava: Baroque Partners, 2014. ISBN 978-80-87923-01-6.

SACK, Carl. Web Mapping. In: WILSON, John P., ed. *The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge* [online]. 4th Quarter 2017 Edition. 2017. Dostupné z: <https://doi.org/10.22224/gistbok/2017.4.11> [cit. 2026-01-29].

SALAMA, Abdulrahman, ELKAMHAWY, Mahmoud, ALI, Mohamed, AL-MASRI, Ehab, SABOUR, Adel, HENDAWI, Abdeltawab, TAN, Ming, AGRAWAL, Vashutosh a Ravi PRAKASH. A Computer Vision Approach for Detecting Discrepancies in Map Textual Labels. In: *Proceedings of the 35th International Conference on Scientific and Statistical Database Management* [online]. New York: ACM, 2023, Article 12, s. 1–9. Dostupné z: <https://doi.org/10.1145/3603719.3603722> [cit. 2026-01-29].

SCHULZ, Marc S., HUIBER, Julian a Temenoujka BANDROVA. A set of criteria for evaluating map application design in a mobile environment. *Proceedings of the ICA* [online]. 2021, 4, s. 1–8. ISSN 2570-2092. Dostupné z: <https://doi.org/10.5194/ica-proc-4-97-2021> [cit. 2026-01-29].

TSOU, Ming-Hsiang. Revisiting Web Cartography in the United States: the Rise of User-Centered Design. *Cartography and Geographic Information Science*. 2011, 38(3), s. 250–257. Dostupné z: <https://doi.org/10.1559/15230406382250> [cit. 2026-01-29].

VEENENDAAL, Bert, BROVELLI, Maria Antonia a Songnian LI. Review of Web Mapping: Eras, Trends and Directions. *ISPRS International Journal of Geo-Information* [online]. 2017, 6(10), 317. ISSN 2220-9964. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijgi6100317> [cit. 2026-01-29].

VONDRÁKOVÁ, Alena. *Netechnologické aspekty mapové tvorby*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014.

VOŽENÍLEK, Vít, KAŇOK, Jaromír a kol. *Metody tematické kartografie: vizualizace prostorových jevů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. 216 s. ISBN 978-80-244-2790-4.

VOŽENÍLEK, Vít, MORKESOVÁ, Petra a Alena VONDRÁKOVÁ. Cognitive Aspects of Map Symbolology in the World School Atlases. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* [online]. 2014, 112, s. 1121–1136. ISSN 1877-0428. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1277> [cit. 2026-01-29].

WANG, Caixia. Usability Evaluation of Public Web Mapping Sites. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* [online].

2014, XL-4, s. 285–289. ISSN 1682-1750. Dostupné z:  
<https://doi.org/10.5194/isprsarchives-xl-4-285-2014> [cit. 2026-01-29].

ŽEJDLÍK, Jakub a Vít VOŽENÍLEK. Exploring Cartographic Differences in Web Map Applications: Evaluating Design, Scale, and Usability. *ISPRS International Journal of Geo-Information* [online]. 2025, 14(1), 9. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijgi14010009> [cit. 2026-01-29].

## **PŘÍLOHY**

# SEZNAM PŘÍLOH

## Vázané přílohy

- Příloha 1 Seznam kritérií
- Příloha 2 Dotazník uživatelského testování

## Volné přílohy

- Příloha 3 poster (*hermann.pdf*)
- Příloha 4 web (*hermann.zip*)
- Příloha 5 Kód aplikace včetně komponent aplikace umístěn (fork) na GitHub katedry

## **Příloha 1: Seznam kritérií**

| <b>Kartografická kritéria</b>                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Obsahuje mapa název?                                                                                                                     |
| Obsahuje mapa tiráž?                                                                                                                     |
| Má mapová aplikace přístupnou legendu?                                                                                                   |
| Je legenda úplná (co je v mapě je v legendě)?                                                                                            |
| Je legenda nezávislá – zobrazuje pro jeden jev pouze jeden znak?                                                                         |
| Je legenda uspořádaná – má tematický obsah přednost před topografickým?                                                                  |
| Je v souladu s označením v mapě (co je v legendě je v mapě)?                                                                             |
| Je legenda srozumitelná?                                                                                                                 |
| Je k dispozici měřítko mapy?                                                                                                             |
| Mění se měřítko dynamicky na základě změny pozice a zoomu?                                                                               |
| Je kartografické zobrazení realizováno v projekci Web Mercator?                                                                          |
| Je mapové pole nejdominantnějším prvkem?                                                                                                 |
| Je v mapě zachována správná vizuální hierarchie?                                                                                         |
| Řídí se tematické vrstvy v mapě kartografickými konvencemi?                                                                              |
| Je znakový klíč mapy vhodně zvolený a odpovídá kartografickým pravidlům?                                                                 |
| Jsou prvky v mapě přiměřeně generalizovány vzhledem k úrovni přiblížení?                                                                 |
| Mění se velikost nebo detail znaků v závislosti na měřítku?                                                                              |
| Je mapa responzivní a přizpůsobuje se velikosti okna prohlížeče?                                                                         |
| Umožňuje aplikace přepínání tematických vrstev?                                                                                          |
| Umožňuje aplikace odečet souřadnic ve formátu [lat, lon]?                                                                                |
| Lze přepínat mezi podkladovými mapami?                                                                                                   |
| Je v případě možnosti rotace mapy přítomen prvek směrovky (orientace k severu) a tlačítko pro návrat do výchozí polohy?                  |
| Dochází k automatické agregaci bodů (clustering) při oddálení, aby nedocházelo k překryvu znaků?                                         |
| Je zvolená metoda tematické kartografie (např. kartogram vs. kartodiagram) adekvátní pro daný typ dat?                                   |
| Je uživatel v případě využití metody intenzity jevu (heat-map) upozorněn, že jde o náhledovou metodu nevhodnou pro přesný odečet hodnot? |
| Je v případě použití metody teček zajištěna jejich dynamická změna (velikosti či hodnoty tečky) při změně měřítka (zoomu)?               |
| Mají bodové znaky pro zvýšení kontrastu vůči podkladu definovaný okraj, halo efekt nebo stínování?                                       |
| Jsou vektorová data optimalizována pro web (např. formát GeoJSON nebo TopoJSON)?                                                         |

|                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Využívá aplikace pro rastrové podklady standardizované dlaždicové služby (Tiles)? |
| Je popis v mapě zhotoven tak, aby se nepřekrýval?                                 |

|                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>Uživatelská kritéria</b>                                               |
| Umožňuje aplikace zoom?                                                   |
| Je funkcionality GIS nástrojů zřejmá?                                     |
| Odpovídá kompozice a ovládání mapy GIS konvencím a standardům?            |
| Umožňuje aplikace manipulaci s mapou pomocí myši?                         |
| Je uživatelské rozhraní aplikace konzistentně v jednom jazyce?            |
| Je velikost písma v aplikaci přizpůsobena pro snadnou čitelnost?          |
| Obsahuje aplikace základní ovládací prvky pro přiblížení a oddálení mapy? |
| Umožňuje aplikace návrat do výchozího zobrazení mapy?                     |

|                                                               |
|---------------------------------------------------------------|
| <b>Technologická kritéria</b>                                 |
| Je zvolená technologie vhodná pro podporu operačního řízení?  |
| Je aplikace nezávislá na platformě, OS i prohlížeči?          |
| Funguje aplikace bez nutnosti instalace pluginu nebo doplňku? |
| Načítají se data průběžně bez nutnosti reloadu stránky?       |
| Je aplikace přizpůsobena pro mobilní zařízení?                |
| Obsahuje aplikace jednoznačný titulek stránky <title>?        |
| Je URL aplikace zapamatovatelné?                              |
| Je serverové řešení stabilní při vysoké zátěži?               |
| Lze aplikaci spustit v prostředí internetu?                   |
| Má kód deklarovaný <!DOCTYPE html>?                           |
| Načte se aplikace do 3 sekund?                                |
| Má aplikace nastavené kódování UTF-8?                         |
| Jsou jednotlivé tagy kódu uzavřené?                           |
| Splňuje kód správnou strukturu HTML?                          |
| Používá kód správně atributy a elementy?                      |
| Má aplikace validní CSS?                                      |
| Je latence serveru nižší než 200 ms?                          |

| <b>Bezpečnostní kritéria</b>                       |
|----------------------------------------------------|
| Je mapový obsah aktuální a důvěryhodný?            |
| Obsahuje aplikace autorské a licenční údaje?       |
| Je uveden autor nebo tiráž mapové aplikace?        |
| Je aplikace chráněna proti narušení bezpečnosti?   |
| Jsou všechny části aplikace na stejné URL?         |
| Probíhá přesměrování s vědomím uživatele?          |
| Obsahuje aplikace pouze bezpečné skripty?          |
| Je text bez pravopisných chyb?                     |
| Jsou definována chybová hlášení a stránka 404?     |
| Odpovídá aplikace legislativním požadavkům?        |
| Byla aplikace podrobena zátěžovým testům?          |
| Jsou definována metadata (původ dat, aktualizace)? |
| Je uveden copyright a licence k datům?             |

## **Příloha 2: Dotazník uživatelského testování**

**Dostupný na:** <https://forms.gle/G6g3Vy5V2qodcUxj7>

Cílem tohoto dotazníku je získat zpětnou vazbu k testovací verzi nástroje pro hodnocení webových map.

Nástroj slouží k evaluaci vlastního webového mapového produktu pomocí sady definovaných kritérií.

Prosím, nejprve si nástroj vyzkoušejte (vyplňte kritéria, zobrazte report, zhodnoťte provedení a UI) a poté odpovězte na následující otázky.

Dotazník je anonymní a výsledky budou použity pouze pro účely bakalářské práce.

### **1. Máte zkušenosti s tvorbou webových map?**

- Ano
- Ne

### **2. Setkal/a jste se již s hodnocením kvality webových map?**

- Ano
- Ne

### **3. Byl/a jste schopen/schopna pomocí nástroje ohodnotit mapu?**

(1 – Rozhodně NE ... 5 – Rozhodně ANO)

### **4. Umožňuje funkcionalita nástroje zhodnotit webovou mapovou aplikaci (plní nástroj podle vás svůj účel)?**

(1 – Rozhodně NE ... 5 – Rozhodně ANO)

**5. Jsou jednotlivé kategorie smysluplně navržené?**

(1 – Rozhodně NE ... 5 – Rozhodně ANO)

**6. Považujete hodnotící kritéria za dostatečně kompletní?**

(1 – Rozhodně NE ... 5 – Rozhodně ANO)

**7. Byl postup hodnocení srozumitelný?**

(1 – Rozhodně NE ... 5 – Rozhodně ANO)

**8. Je výsledný report přehledný a srozumitelný?**

(1 – Rozhodně NE ... 5 – Rozhodně ANO)

**9. Pomohl by vám tento report při zlepšení vlastní mapy?**

(1 – Rozhodně NE ... 5 – Rozhodně ANO)

**10. Jak hodnotíte srozumitelnost ovládání aplikace?**

(1 – Matoucí ... 5 – Srozumitelné)

**11. Jak hodnotíte přehlednost rozhraní?**

(1 – Nepřehledné ... 5 – Přehledné)

**12. Vidíte potenciál využití tohoto nástroje?**

- Ano ve výuce
- Ano v praxi
- Ano obecně
- Ne

**13. Použil/a byste tento nástroj při tvorbě vlastní webové mapy?**

- Ano
- Spíše Ano
- Spíše Ne
- Ne

**14. Co považujete na nástroji za nejpřínosnější?**

(krátká textová odpověď)

**15. Bylo něco nejasné nebo matoucí?**

(otevřená otázka)

**16. Co byste navrhl/a zlepšit?**

(otevřená otázka)

**17. Celkové zhodnocení aplikace.**

(1 – Nepotřebná ... 5 – Přínosná)

**18. Poznámka (cokoliv):**  
(otevřená otázka)