

## VIZUALIZACE MIGRACE V INTERAKTIVNÍCH WEBOVÝCH MAPÁCH

Ondřej BEDRUNKA<sup>1</sup>, Rostislav NÉTEK<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Univerzita Palackého v Olomouci, přírodovědecká fakulta, katedra geoinformatiky, 17. listopadu 710, 779 00, Olomouc, Česká republika

[bedron00@upol.cz](mailto:bedron00@upol.cz), [rostislav.netek@upol.cz](mailto:rostislav.netek@upol.cz)

DOI: <https://doi.org/10.31490/9788024846071-151>

<sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-3923-7676

Příspěvek prošel odbornou recenzí

### Abstrakt

Fenoménu migrace se věnuje stále více vědeckých prací a z geopolitických a enviromentálních důvodů i média. Avšak kartografické studie se mapováním této migrace zabývají nedostatečně. Cílem příspěvku je představit výsledky kategorizace a hodnocení map migrace se zaměřením na vhodnost kartografických metod pro interaktivní webové mapy, a analýzy dostupných technologií pro jejich tvorbu. Na základě výsledků analýzy existujících analogových i digitálních map byly vytvářeny a testovány interaktivní webové mapy v různých technologických prostředích. Informace a know-how pro práci v testovaných technologických prostředích bylo čerpáno z oficiální dokumentace a výukových materiálů. Výsledky práce vychází kategorizace a hodnocení 52 map a 13 vytvořených interaktivních webových map migrace zpracovaných v technologiích MapBox, Here Maps, ArcGIS Online, Flowmap.blue a Leaflet. Z vytvořených mapových výstupů je vyvozeno hodnocení použitých technologií. Práce přináší ucelený kartografický pohled na fenomén migrace a nabízí přehled vybraných technologií pro tvorbu interaktivních webových map.

### Abstract

The phenomenon of migration is the subject of an increasing number of scientific papers and, for geopolitical and environmental reasons, the media. However, cartographic studies are insufficiently concerned with mapping this migration. The aim of the paper is to present the results of the categorization and evaluation of migration maps with a focus on the suitability of cartographic methods for interactive web maps, and the analysis of available technologies for their production. Based on the results of the analysis of existing analogue and digital maps, interactive web maps were created and tested in different technological environments. Information and know-how for working in the tested technological environments was drawn from official documentation and training materials. The results of the work are based on categorization and evaluation of 52 maps and 13 created interactive web maps of migration processed in MapBox, Here Maps, ArcGIS Online, Flowmap.blue and Leaflet technologies.. From the created map outputs, an evaluation of the technologies used is derived. The thesis presents a comprehensive cartographic view of the migration phenomenon and offers an overview of the technologies selected for the creation of interactive web maps.

**Klíčová slova:** interaktivita, migrace, webová kartografie, JavaScript, Cloud GIS

**Keywords:** interactivity, migration, web cartography, JavaScript, Cloud GIS

### 1. ÚVOD

Migrace je historií světa, lidé se rodí jako migranti: lidská evoluce je neoddelitelně spjatá se samotným aktem přesouvání se z jednoho místa na druhé a následné adaptace na nové prostředí (King, 2007). Rozmach globální ekonomiky, expanze levné a rychlé dopravy na dlouhé vzdálenosti, jednoduchý přístup k informacím přes internet a samotná globalizace světa přispívá k pozvolnému nárůstu počtu migrujících obyvatel. Dle statistik z dat Mezinárodní Organizace pro Migraci (IOM, 2020) počty migrantů ku počtu celé lidské populace lehce rostou. Zatímco v roce 1970 byl počet migrujících lidí 2,3 % světové populace, v roce 2019 to bylo 3,5 %.

Studium migrace se zakládá na širokém spektru informací, u nichž pro kartografickou vizualizaci je nejdůležitější prostorová a statistická složka dat. Většina mapových výstupů migrace zachycuje nejčastěji saldo migrace za určité časové období, popřípadě hlavní migrační trasy. Rozsáhlejší kartografická díla zabývající se touto problematikou absentují (Bedrunka, 2021). Prudký rozvoj počítačů a chytrých zařízení v kartografii přinesl masivní rozmach interaktivních webových map. Přes značnou oblibu webové kartografie, zůstává tvorba interaktivních webových map především v rukách programátorů. Právě proto je většina webových mapových aplikací mapami obecnými, které často nerespektují kartografická pravidla.

Z těchto důvodů vznikla motivace analyzovat existující mapy migrace, zhodnotit používané kartografické metody pro vizualizaci migrace a výsledky promítnout do vytvářených map. Dalším cílem práce byla analýza a zhodnocení technologických možností pro tvorbu interaktivních webových map na příkladech tematických map migrace.

## 2. CÍLE

Cílem příspěvku je definovat vhodné kartografické metody pro vizualizaci map migrace v interaktivním webovém prostředí na výsledcích analýzy existujících map migrace, a seznámit čtenáře s dostupnými technologiemi pro tvorbu takových map. Práce si nekladla za cíl vytvořit sadu map, které by vizualizovali přesná data o migraci, naopak cílem bylo prozkoumat možnosti tvorby interaktivních webových map pomocí pěti technologií: Leaflet, MapBox, ArcGIS Online, Here Studio a Flowmap.Blue. V nich byly během tvorby sledovány možnosti kartografické vizualizace, interaktivity a celkového uživatelského přizpůsobení.

## 3. METODOLOGIE

### 3.1. Metody vizualizace

Mapy byly vizualizovány na základě výsledků teoretické části, přesněji bylo využito nejpoužívanějších kartografických metod pro tvorbu map migrace (viz kapitola 5.1. Teoretické výsledky a Bedrunka, 2021 Příloha č. 1). V celkem sedmi mapách byla použita liniová metoda, z toho čtyřikrát to byla liniová mapa s podélnou orientací. V šesti případech byl jako podklad použit kvalifikační jednoduchý kartogram, dělicí kraje a okresy podle hodnot migračního salda. Ve třech mapách je použit bodový kartodiagram. Mapové výstupy vizualizují stejná data, mění se pouze technologické prostředí, ve kterých byly vytvořeny.

### 3.2. Použitá data

Data byla zpracována v programech MS Excel 2019 a ArcGIS PRO (verze 2.6). Pro vizualizace byly vybrány datové sady z portálu Českého statistického úřadu (dále jen ČSÚ) o počtu přistěhovalých a vystěhovalých v krajích a okresech za léta 2001 až 2019 a o mezikrajském stěhování mezi léty 2005 až 2017 a staženy ve formátu *xlsx*. V MS Excel 2019 byla data zpracována a připravena pro navázání na vrstvy krajů a okresů ČR z datového zdroje ArcČR 3.3. Toto zpracování se skládalo z výběru a formátování dat, a přiřazení příslušných kódů NUTS3 a OKRES\_LAU (číselník okresů) ke krajům, resp. okresům. K implementaci na vrstvy ArcČR 3.3. došlo v prostředí ArcGIS PRO pomocí funkce *join table*. Z dat byly následně vytvořeny bodové, liniové a polygonové vrstvy a ty byly následně transformovány do formátu GeoJSON (funkcí *feature to (geo)JSON*). GeoJSON je jazykově nezávislý formát pro kódování a výměnu geografických datových struktur (Nétek, Burian, 2018) a vyžadovala jej většina testovaných technologických prostředí.

Tab. 1 Mezikrajské stěhování za období 2005-2017 (ČSÚ, 2018)

Kraj vystěhování	Kraj přistěhování													
	Hlavní město Praha	Středočeský	Jihočeský	Píseňský	Karlovarský	Ústecký	Liberecký	Královéhradecký	Pardubický	Vysočina	Jihomoravský	Olomoucký	Zlínský	Moravskoslezský
Hlavní město Praha	x	193 158	12 271	9 785	4 082	16 444	8 603	8 378	5 728	5 717	7 239	3 120	2 451	4 910
Středočeský	93 812	x	8 826	8 888	2 971	16 290	9 327	8 277	6 041	4 966	4 994	2 192	1 648	3 400
Jihočeský	15 221	9 831	x	5 086	1 055	2 700	1 292	1 201	1 256	4 786	3 281	926	600	1 248
Píseňský	11 852	8 133	4 883	x	5 011	3 535	1 002	941	858	774	1 978	637	448	1 101
Karlovarský	10 859	5 922	1 895	9 003	x	5 971	1 139	850	785	666	1 670	534	405	911
Ústecký	27 728	20 315	4 026	5 881	4 807	x	10 337	3 091	2 310	1 514	3 175	1 635	1 047	2 471
Liberecký	12 213	10 925	1 411	1 399	819	9 050	x	6 294	1 494	715	1 707	798	568	907
Královéhradecký	13 590	10 410	1 359	1 304	652	2 584	5 931	x	12 622	1 287	2 857	1 420	706	1 384
Pardubický	9 678	8 004	1 332	967	426	1 862	1 492	10 676	x	3 035	5 704	3 231	817	1 339
Vysočina	10 438	7 140	5 596	1 208	516	1 551	1 026	1 625	3 845	x	13 003	1 266	913	1 183
Jihomoravský	19 558	8 199	3 211	2 495	1 119	2 868	1 684	2 277	5 151	10 895	x	8 207	9 550	6 199
Olomoucký	10 296	5 360	1 327	1 075	463	1 623	1 018	1 855	3 439	1 212	10 684	x	7 323	9 665
Zlínský	8 183	3 950	1 036	606	361	932	550	699	1 005	856	11 479	7 179	x	5 832
Moravskoslezský	19 331	10 757	2 601	2 086	1 021	3 064	1 645	2 282	2 459	1 653	12 255	12 581	7 885	x

### 3.3. Testované technologické prostředí

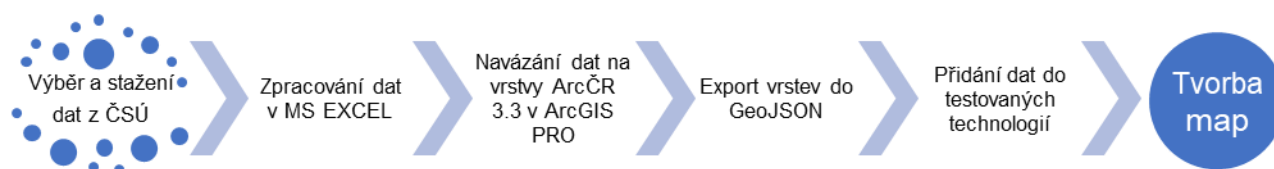
Pro vizualizaci dat byly použity desktopové programy pro zpracování dat a napsání html kódů s JavaScripty a cloudová prostředí. Všechna data byla na textové úrovni zpracována v programu MS Excel do tabulek tak, aby mohla být následně přidána k prostorovým datům v ArcGIS Pro (viz kap. 3.2.). Celé webové stránky práce, tedy všechny html a css soubory byly sepsány v programu Sublime Text 3.2. Zde byly také implementovány JavaScripty z knihoven Leaflet a MapBox. Výsledné mapy byly vytvářeny v:

- JavaScriptové knihovně Leaflet (verze 1.6 a 1.7)
- online prostředí s vlastní JavaScriptovou knihovnou MapBox (ver. 2.0)
- cloudový GIS ArcGIS Online od Esri (ver. 2.19)
- webová aplikace pro tvorbu map XYZ Studio od Here Maps (ver. 1.5.7)
- online nástroj Flowmap.blue (verze neuvedena, testováno v letech 2020/21)

### 3.4. Postup zpracování

Prvním krokem práce bylo seznámení se s problematikou zaznamenávání dat migrace do map. To znamenalo studium odborné kartografické literatury a různých diplomových prací zabývajících se problematikou migrace z geografického a kartografického pohledu. Po tomto kroku následovalo statistické hodnocení analogových i digitálních map migrace. Mapy byly kategorizovány podle použitých kartografických metod, kdy bylo vycházeno především z publikací Metody tematické kartografie (Voženílek, Kaňok et al., 2011), Tvorba map (Miklín et al., 2018), a Kartografické zpracování fenoménu migrace (Červená, 2018). Dále bylo kategorizováno podle technologické prostředí tvorby mapových výstupů, použitých interaktivních prvků a dynamiky map. Pro digitální mapy byly stěžejní práce Webová kartografie (Nétek, 2020), Introduction to Web Mapping (Dorman, 2021) a Web Cartography (Kraak, Brown, 2001).

Příprava dat se skládala z hledání a zpracování dat migrace, které byly převzaty z portálu ČSÚ. V programu MS Excel byly upraveny, aby je bylo možné připojit k prostorovým datům ze sady ArcČR 500 na vrstvu polygonů krajů a okresů (viz kapitola 3.2).



Obr. 1 Postup práce

Pro tvorbu webových map bylo vybráno pět různě koncipovaných technologických prostředí pro tvorbu webových map – Leaflet, MapBox, ArcGIS Online, Here Studio a Flowmap.Blue. Tvorba map probíhala v každém technologickém prostředí zvlášť, což znamenalo:

- připojení dat
- testování možností vizualizace v jednotlivých technologických prostředí
- testování dostupných scriptů a funkcí
- zveřejnění map
- závěrečná implementace do webových stránek

Celý postup tvorby v html struktuře byl v průběhu tvorby podrobně komentován (Obr. 1) pro jednoduchou čitelnost jednotlivých JavaScriptů.

## 4. DEFINICE VYBRANÝCH POJMŮ

### 4.1. Dynamika

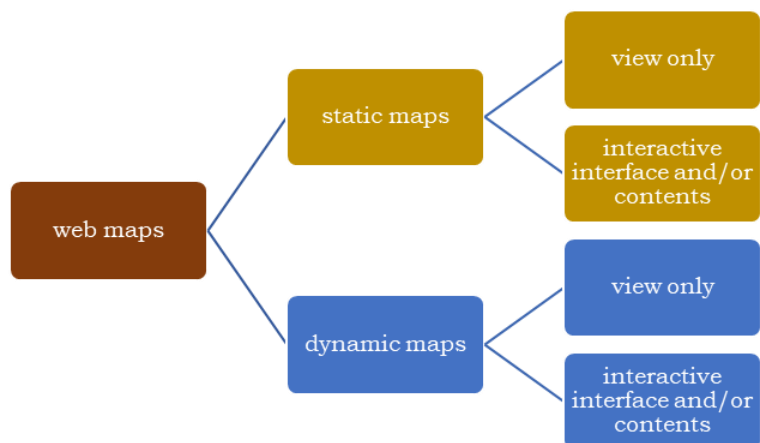
Znázornění dynamiky v mapách lze vyjádřit slovy: pohyb, proces, vývoj, trend, změna, rytmus, cyklus, vznik – trvání – ukončení, rozvoj a pod. Podle toho, které slovo vystihuje znázorňovaný jev nejlépe – podle toho vybíráme i mapovou metodu znázorňování jevu v čase (Kaňok, 2007). Dynamika ve webovém prostředí se vyznačuje změnami vzhledu a obsahu v závislosti na čase a aktivitě uživatele. O to se starají skriptovací jazyky jako PHP či JavaScript. Šmída (2007) definuje dynamiku mapy jako měnitelnost jejího obsahu projevující se např. změnou měřítka mapy (zobrazení různých vrstev při různém přiblížení mapy) či pohybem použitých symbolů či celých částí mapy, které ovšem uživatel nemůže ovlivnit. Dynamika v mapách je nejčastěji reprezentována mapovou animací, u které se rozlišuje, zda se týká mapy jako celku, či jednotlivých prvků (znaků). Animace je nutné dělit na řízené a neřízené. V případě že se uživatel nestává pouhým divákem, ale může si např. korigovat průběh animace (její rychlost, počet zobrazených dat), jedná se o princip interaktivity, tedy řízenou animaci (Hrubá, 2009). V opačných případech je animace neřízená.

Základ pro dělení webových map položili v roce 2001 autoři Kraak a Brown v knize Web Cartography (Obr. 3.2). Nétek (2020) uvádí teorii, že je toto dělení z dnešního pohledu překonáno jak už z dostupných možností internetových technologií, tak faktickým výskytem jednotlivých druhů map na webu a přichází s vlastním dělením (Obr. 3.)

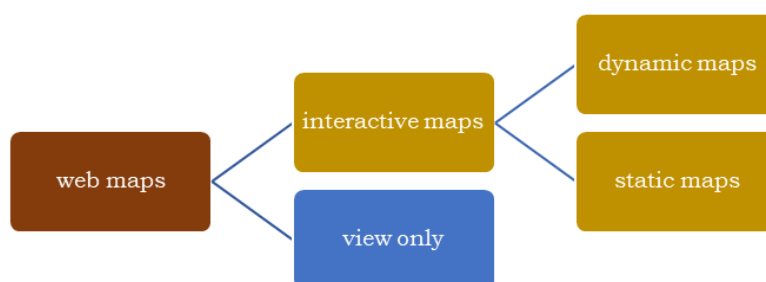
### 4.2. Interaktivita

Jako interaktivní je v informatice označován takový software, který přijímá a nějakým způsobem reaguje na vstupy vytvořené lidmi, tzn. data a příkazy. Naopak jako neinteraktivní programy jsou označovány ty, které fungují bez lidského vstupu (např. kompilátory). Přesnou definici interaktivity v informatice uvádí Oxford Reference (2020): „Dynamický a vzájemný komunikační vztah mezi uživatelem a počítačovým mediálním zařízením, kde je každá nová akce podmíněna předchozí akcí. Když je interaktivita považována za vlastnost média, měří míru, do jaké mohou uživatelé ovlivnit a měnit formu a / nebo obsah.“

Nétek (2020) uvádí, že o interaktivních mapách se hovoří v takových případech, kdy mapa umožňuje uživateli s ní pracovat a ovlivňovat její zobrazení – typicky změnou měřítka (zoom in/out), zobrazovaného území (pan), zapnutí/vypnutí mapových vrstev či jejich pořadí, zobrazení vyskakovacího okna (pop up) či postranního panelu (sidebar) po interakci s vybraným prvkem nebo vyhledáváním. Jako u dynamických prvků, interaktivita nemusí být výsadou mapy jako celku, může se také vztahovat ke konkrétnímu mapovému obsahu či kompozičním prvkům. Nejčastějším příkladem je zobrazení obsahu po interakci s bodovými, liniovými či polygonovými prvky. Nespornou výhodou interaktivních map je přizpůsobivost, otevřenost k uživateli ve směru zobrazení různých informací, kombinování dat k získání lepšího přehledu.



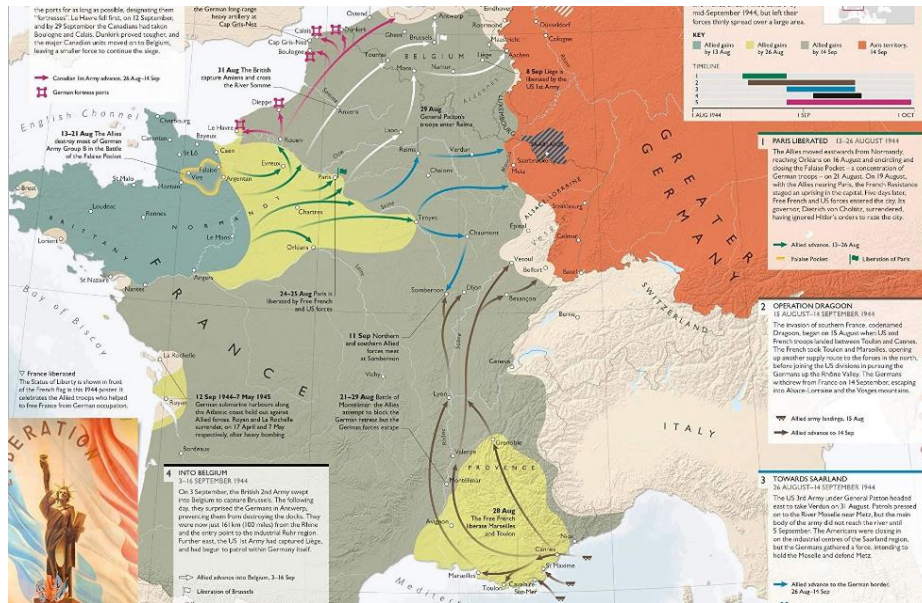
Obr. 2 Klasifikace webových map podle Kraaka a Browna (2001)



Obr. 3 Dělení primárně dle interaktivity podle Nétéka (2020)

#### 4.3. Liniová metoda

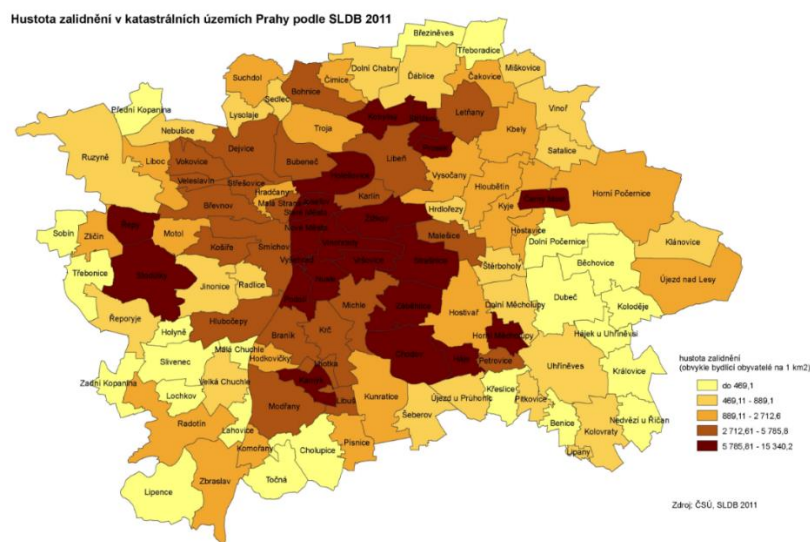
Liniový znak se vyskytuje v mapách jednak jako samostatný vyjadřovací prostředek, tak jako součást složitějších vyjadřovacích prostředků (metoda plošných znaků, kartogram, kartodiagram a další) (Voženílek, Kaňok et al., 2011). Při vyjadřování průběhu jevu hraje hlavní roli orientace linie. Využívá se dvou způsobů orientace linie – podélné a příčné. Příčná orientace se vyznačuje osovou nesouměrností, proto se používá například pro linie meteorologických front. Oproti tomu podélná orientace se vyznačuje šipkou na jedné či obou stranách linie. Ty vyjadřují změnu jevu s místem a časem. Ty se rozlišují na směrové, dosahové, proudové a dynamické. Díky této metodě lze z mapy jednoduše vyčíst např. směr pohybu vojsk (obr. 4.), transport surovin či migraci obyvatelstva.



Obr. 4 Ukázka metody liniové s podélnou orientací (Snow, Overy, 2019)

#### 4.4. Metoda kartogramu

Jako metoda plošných znaků patří i tato metoda k nejpoužívanějším v kartografii. Na rozdíl od ní se však používá ke znázornování kvantity (např. v geografii, demografii, ekonomii atp.) (Voženílek, Kaňok et al., 2011). Pro kartogram je nezbytné, aby byla data v něm přepočteny na relativní hodnoty (tzn. na jednotku plochy územního celku), což umožní srovnatelnost těchto celků. Všechny ostatní mapy této metody, u kterých jev nemá prostorový základ (data nejsou přepočtena na jednotku plochy), ale vztahuje se k jiné veličině (např. počet přistěhovalých na 1000 obyvatel) nazýváme kartogramem nepravým (neboli pseudokartogramem) (Krtička, 2007). Tato metoda bývá často kombinována s metodou kartodiagramu, pro současné vyjádření jak relativních, tak absolutních hodnot.



Obr. 5 Ukázka metody kartogramu

## 5. VÝSLEDKY

Tato kapitola shrnuje výsledky analýzy existujících map a tvorby nových map provedené v bakalářské práci (Bedrunka, 2021). Text je plně přístupný online, obsahuje popis tvorby všech map i přílohu v podobě galerie analyzovaných map s kategorizací sledovaných prvků. Galerie a výsledné mapy (včetně zdrojových kódů) jsou dostupné i na webových stránkách práce (Obr. 6.).



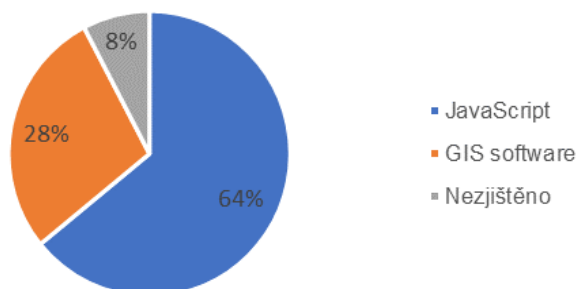
Obr. 6 QR kód – odkaz na webové stránky práce

### 5.1. Výsledky analýz

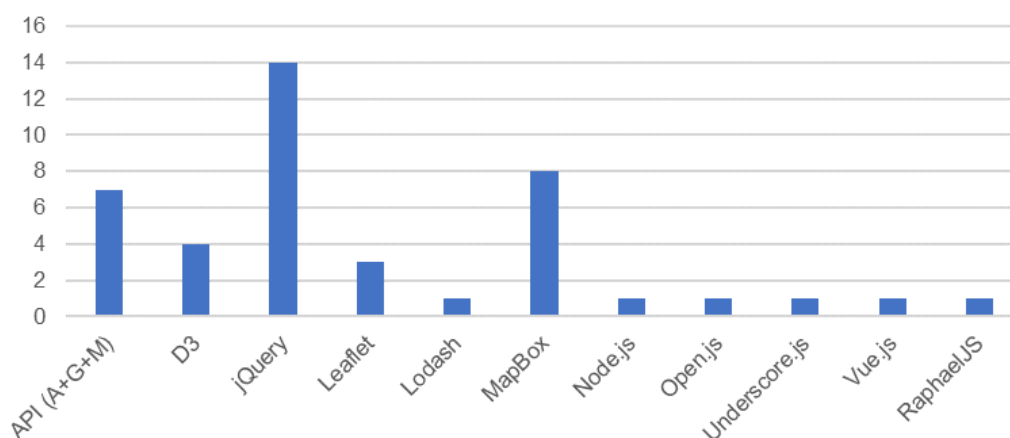
Z výsledků statistického vyhodnocení kartografických metod používaných pro vizualizaci migrace v analogových i v digitálních mapách. Nejpoužívanější kartografickou metodou pro záznam migrace je metoda liniová, nejčastěji s podélnou orientací, která bývá doplněna podkladem v podobě migračního salda (metoda kartogramu). Třetí nejčastější metodou je metoda bodových znaků. Z výsledků analýzy webových map vyplývá, že většina je interaktivní, ale nejsou dynamické. Nejčastějšími funkčními prvky interaktivních map jsou zoom, sidebar, přepínání vrstev a pop up. Více digitálních map bylo vytvořeno v nějakém GIS software, než pomocí JavaScriptových knihoven (Graf 1).

Tab. 2 Používané kartografické metody

METODY	Digitální	Analogové	<b>Celkem:</b>
Liniová	23	10	<b>33</b>
Kartogramová	10	0	<b>10</b>
Kartodiagramová	2	2	<b>4</b>
Bodových znaků	3	0	<b>3</b>
Dasymetrická	1	0	<b>1</b>
Intenzity jevu	1	0	<b>1</b>
Barevná hypsometrie	1	0	<b>1</b>
Homerange	1	0	<b>1</b>
Stuhová	1	0	<b>1</b>
Areálová	1	0	<b>1</b>
Tečková	1	0	<b>1</b>
<b>Celkem:</b>	<b>45</b>	<b>12</b>	<b>57</b>

**Graf 1** Využití technologických prostředí v analyzovaných digitálních map**Tab. 3** Výskyt sledovaných funkcí v analyzovaných webových mapách

FUNKCE	Ano	Ne
Vyhledávání	10	16
Přepínání vrstev	17	9
Zoom	22	4
Sidebar	19	7
Export dat	6	20
Timeslider	5	21
Pop up	14	12
Hoover efekt	4	22
Click event	11	14

**Graf 2** Využití JavaScriptových knihoven<sup>1</sup>

Z výsledků teoretické části byly stanoveny technické funkce (vyhledávání geolokace, přepínání vrstev, zoom, sidebar, export dat, timeslider, pop up, hoover efekt, click event, možná interaktivita mapy, dynamičnost prvků) a možnosti kartografické vizualizace (výběr barev, struktura a tloušťka linie, a počet čar) jejichž dostupnost byla v testovaných prostředích sledována a hodnocena. Tato dostupnost je shrnuta v tabulkách 3. až 8.

<sup>1</sup> API (A+G+M) – součet pěti případů Google Maps API, a po jednom Mapy.cz API a ArcGIS API for JavaScript



## 5.2. Leaflet

### Tvorba

Tvorba map v prostředí Leaflet se skládá především z vybírání samotných JavaScriptů na stránkách knihovny a jejich následné implementace do souboru *html* v jakémkoliv textovém editoru. Je tedy potřeba napsat funkční html stránku, ve které je nutné navázat spojení s JavaScriptovou knihovnou Leaflet, vytvořenými soubory *GeoJSON* nesoucí prostorové informace pomocí html tagů. Následně je potřeba v tělu stránky vytvořit jeden velký script, ve kterém je definováno JavaScriptovými příkazy mapové pole a jednotlivé funkce mapy (interaktivní reakce na kliknutí, definování legendy, informačního okna, posuvníku času, sidebaru atp.). Implementace do webové stránky tak probíhá souběžně s tvorbou mapy.

```

47 <!-- začátek samotného Javascriptu -->
48 <script type="text/javascript">
49 // vložení podkladové mapy, setView - souřadnice centra mapy při otevření, číslo "7" označuje zoom při načtení stránky
50 var map = L.map('map').setView([49.7437572, 15.3386383], 7);
51 // nutný access token, omezení max/min zoomu, styl, tírání se zdrojů (doplněna i na konci dokumentu)
52 L.tilelayer('https://api.mapbox.com/styles/v1/{id}/tiles/{z}/{x}/{y}?access_token=pk.eyJ1IjoibWVWYm94IiwiaWV5Ij6ImNpejY4NXVycTA2emYyCXBndHRqcmZ3IiwiaWF0Ij01
53 maxZoom: 18,
54 minZoom: 6,
55 attribution: 'Map data &copy; <a href="https://www.openstreetmap.org/">OpenStreetMap</a> contributors, ' +
56 ' <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/">CC-BY-SA</a>', ' +
57 ' Imagery &copy; <a href="https://www.mapbox.com/">Mapbox</a>',
58 style: 'mapbox://styles/mapbox/dark-v10',
59 id: 'mapbox/dark-v10',
60 tileSize: 512,
61 zoomOffset: -1
62 })
63 .addTo(map);
64
65 // ovládací prvek, který zobrazuje informace o polygonu při najetí myši
66 var info = L.control();
67
68 info.onAdd = function (map) {
69   this._div = L.DomUtil.create('div', 'info');
70   this.update();
71   return this._div;
72 };
73 // definice obsahu v informačním okně, česká slova jsou pevně stanovená, funkce props.** je proměnná pro data z atributové tabulky (v GeoJSONu)
74 info.update = function (props) {
75   this._div.innerHTML = '<h4>Migrační saldo </h4>' + (props ?
76     '<b>' + props.Kraje_Kraj_NAZ_CZNUTS3 + '</b><br />' + 'Počet obyvatel: ' + props.Kraje_Kraj_PO CET_OBYV + '<br />' + 'Přistěhovalých: '
77     : 'krajů České republiky za léta 2002 až 2019<br /><br />Pro další informace přejeďte kurzorem nad krajem');
78 };
79 info.addTo(map);

```

Obr. 7 Část zdrojového kódu mapy tvořené pomocí knihovny Leaflet<sup>2</sup>

### Hodnocení

Ze všech testovaných produktů nabízí Leaflet nejvíce možností. Tato JavaScriptová knihovna je dostatečně obsáhlá pro tvorbu i složitějších map, nejen migrace. Kromě obsahu knihovny hovoří v její prospěch i počet uživatelů, kteří jsou aktivní na diskusních fórech pomáhají si navzájem. Přes to jsou k nalezení scripty, většinou staršího data původu a se složitější funkcionalitou, které jsou částečně či úplně nefunkční a záleží jen na uživateli, kolik času a úsilí chce investovat do řešení tohoto problému bez jistoty úspěchu. Tudíž uživatelé, kteří chtějí vytvořit jednoduchou mapu a upřednostňují rychlost tvorby na úkor kvality, pravděpodobně zvolí řešení v Cloudových studiích.

Nejvýznamnější výhodou Leafletu jsou možnosti, kterými disponuje. Knihovna Leaflet nabízí obecně velké možnosti způsobů vizualizace. Uživatel si pro vytvoření mapy nemusí zakládat účet ani nic platit díky licenci open-source. Knihovna taktéž nabízí z porovnávaných technologií nejširší nabídku dynamických prvků pro vizualizace. Dalším pozitivem je přizpůsobivost vyjadřovacích prvků mapy, kdy lze například u liniových znaků nastavit podélnou orientaci. Výsledné mapy v Leafletu tak nabízejí z testovaných možností nejvyšší možnou interaktivitu mírně vyšší, než je technologie MapBox, přičemž obě tyto možnosti přesahují ostatní testované. Výhodou knihovny je také její využitelnost, díky tomu může autor při potížích hledat na

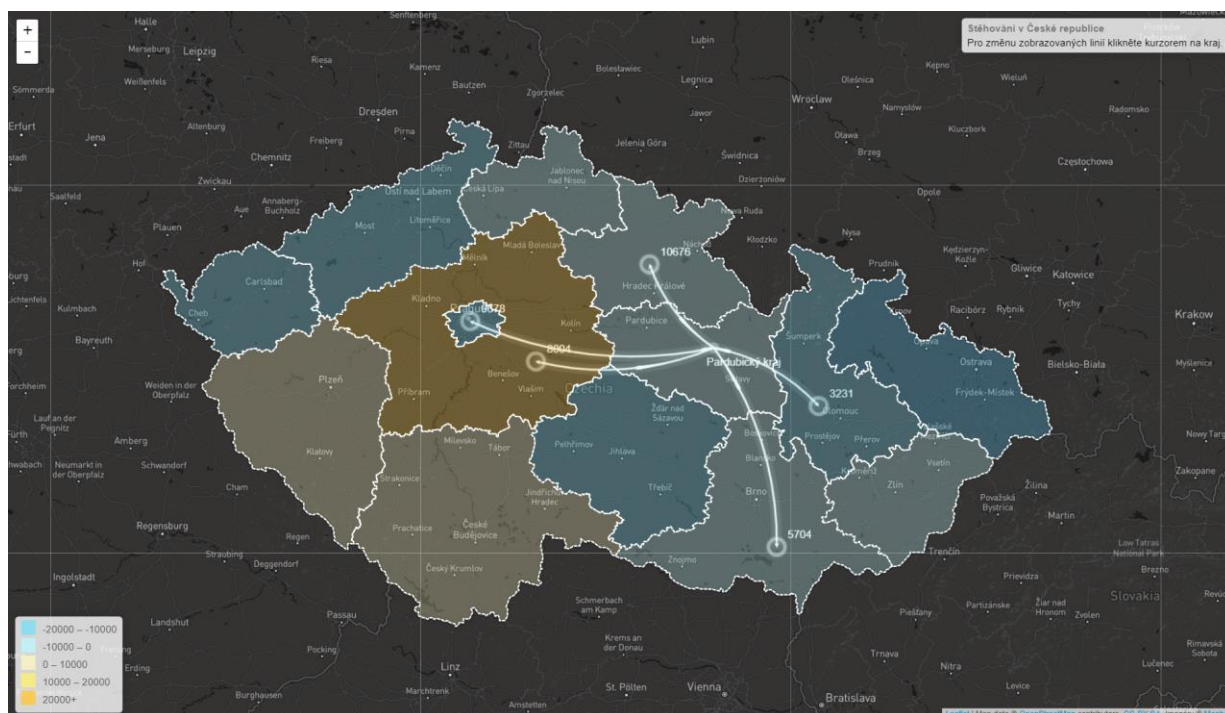
<sup>2</sup> Leaflet nedisponuje mapovými daty, proto je podkladovou mapu nutné definovat z jiných zdrojů, v tomto případě se jedná o data MapBoxu.

internetových fórech, zda někdo neřešil totožný problém, či sám vznést komunitě svůj dotaz. Na internetu se taktéž nachází výukové materiály a tutoriály pro začínající autory.

**Tab. 4** Dostupnost funkcí prostředí Leaflet

FUNKCE	DOSTUPNOST
Vyhledávání	Ano
Přepínání vrstev	Ano
Zoom	Ano
Sidebar	Ano
Export dat	Ano
Timeslider	Ano
Pop up	Ano
Hoover efekt	Ano
Click event	Ano

Jistou nevýhodou tvorby map JavaScripty obecně je časová náročnost. Tím, že uživatel začíná na „čistém plátně“ a nemá přichystaný program pro tvorbu, musí si sám hledat, testovat a vytvářet skripty a funkce a navazovat je na sebe. Toto hledání a testování nejvhodnějších možností pro vytvořenou mapu je časově náročnější než tvorba mapy v cloudovém prostředí (např. Here maps). Další problémy jsou pro programovací a skriptovací jazyky společné (banální chyby jako např. chybějící tečka kód způsobující nefunkčnost celé mapy). Zde platí nepřímá úměra zkušeností uživatele k času stráveného tvorbou mapy. Pro autora se negativně jevila nefunkčnost některých skriptů z knihovny. Část skriptů lze stáhnout i se vzorovými daty a stránkou, na které funguje vše korektně. Většina testovaných skriptů však korektně nefungovala ani na původních datech a dokumentace k nim přiložená byla nedostatečná. Další problém se pojí s knihovnou a jejím nastavením z-indexu určujícím výškovou úroveň prvků (např. zda bude prvek úplně v popředí). S tímto problémem se potýká podle diskusních fór více uživatelů a autoři Leafletu s řešením tohoto problému zatím nepřišli.

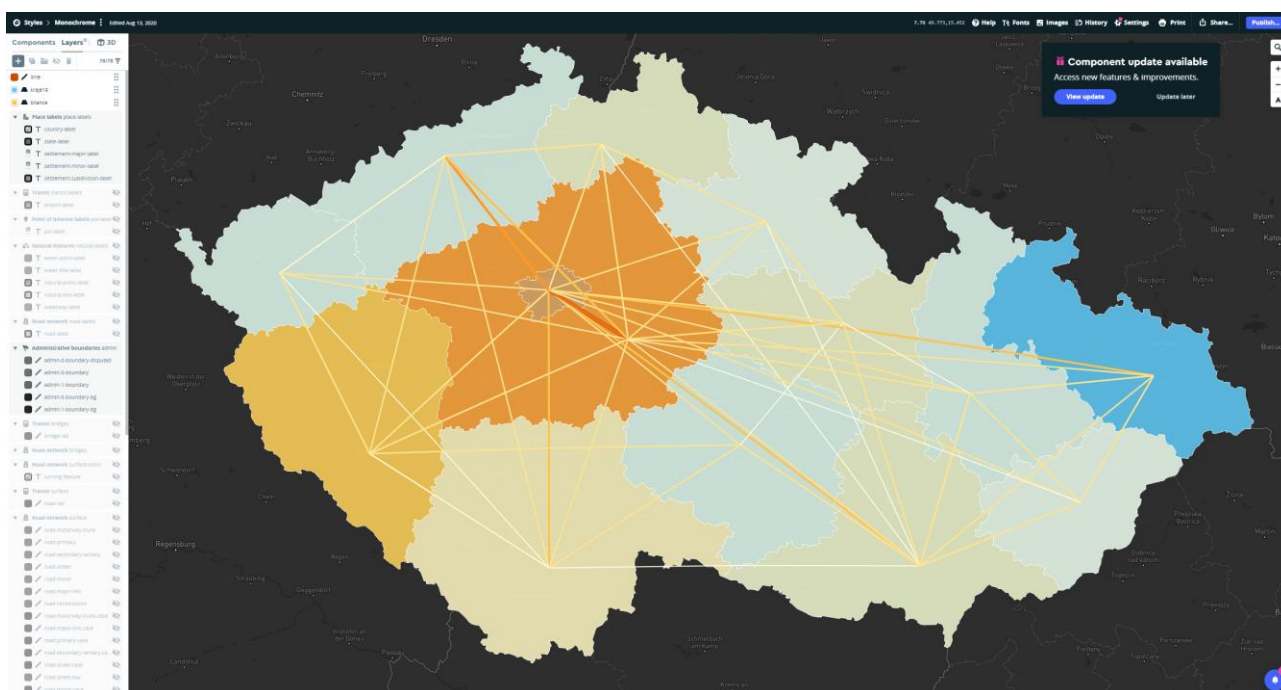


**Obr. 8** Mapa z prostředí Leaflet

### 5.3. MapBox

#### Tvorba

Pro tvorbu map v prostředí MapBox je nutné založit si u této společnosti účet, kdy je uživateli zdarma nabídnuta pouze licence *Freemium* (využívání zdarma s omezeným počtem přístupů a funkcí). Po registraci probíhá veškerá příprava podkladů pro mapu ve Studiu. Zde bylo nutné do složky *Datasets* nahrát potřebná data ve formě *GeoJSON*, Zde můžou být nahraným souborům upravena data z atributové tabulky a také geometrie. Dále musí být data exportována do *Tilesets*, což je potřebný krok k tomu, aby výsledné mapy byly v prohlížečích viditelné. Zde už jsou data neměnná, je jim přiřazen *Tileset ID* (odkaz) a jsou připravena pro úpravu ve *Styles*. Tato část studia funguje podobně jako ArcGIS Online, uživatel má okno s mapou a okno s vrstvami a komponenty (neboli prvky v mapě od MapBoxu). Zajímavostí je, že si uživatel může nastavit, co všechno se bude či nebude v podkladové mapě zobrazovat (hranice, říční síť atp.). Zde si uživatel připraví podkladovou mapu a následně do složky *Layers* si musí nahrát připravené *Tilesets*, kterým následně může přidat styl dle zadaných podmínek. Připravenou mapu je pak nutné publikovat a tím práce ve Studiu končí, dále už je nutné přidávat dostupné JavaScripty z MapBox GL-JS přímo v html souboru (jako v případě Leafletu), který získává základní mapu ze Studia pomocí tzv. tokenu.



Obr. 9 MapBox Studio

#### Hodnocení

MapBox je hráčem na dvou polích. Na straně jedné tvoří konkurenci pro cloudová prostředí, které svou kombinací nabídky možností a freemium licence překonává, na straně druhé nedosahuje na JavaScriptovou knihovnu od Leafletu, která překonává MapBox GL-JS svou velikostí. Pokud chce uživatel vytvořit jednodušší mapy ve webovém studiu s co nejmenšími finančními náklady, je MapBox Studio vhodnou volbou. Jako bonus budou mapy připraveny pro vylepšení v podobě JavaScriptové nadstavby. Pokud však uživatel uvažuje vytvořit webovou mapu pomocí JavaScriptů, je vhodnější zvolit jinou knihovnu (Leaflet, jQuery) v závislosti na dovednostech uživatele.

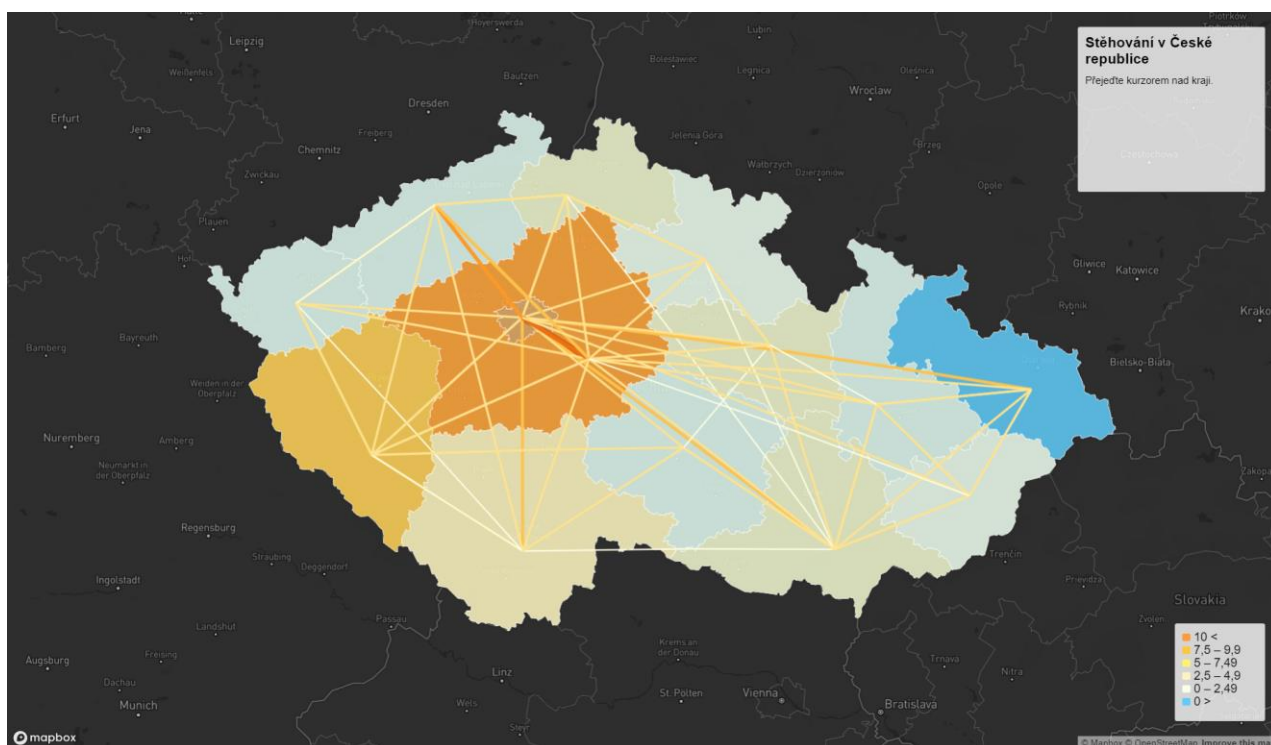
MapBox kombinuje výhody cloudových prostředí, kterými je především jednoduchost a rychlost s komplexnějšími nadstavbovými prvky ve své knihovně MapBox GL-JS. Pro tvorbu map u MapBoxu je nutné založit účet, který je v základní verzi pod licencí freemium zdarma, ale s omezeným počtem map, které uživatel může vytvořit a bez přístupu ke složitějším funkcím ve Studiu. Naopak všechny prvky z knihovny GL-JS jsou dostupné pod jakoukoliv licencí. Silnou stránkou je také stabilita, funkčnost a podpora, také proto

MapBox dodává mapové výstupy pro společnosti Facebook nebo Lonely Planet. Při porovnání čistě MapBox studia s ArcGIS Online lze tvrdit, že v MapBox Studiu uživatel může bezplatně vytvořit téměř stejné mapové výstupy. Výhodou je také JavaScriptová knihovna, která je obsahově menší než u Leafletu, ale nabízí většinu potřebných funkcí.

**Tab. 5** Dostupnost funkcí prostředí MapBox

FUNKCE	DOSTUPNOST
Vyhledávání	Ano
Přepínání vrstev	Ano
Zoom	Ano
Sidebar	Ano (API)
Export dat	Ne
Timeslider	Ano
Pop up	Ano
Hoover efekt	Ano
Click event	Ano

Nevýhodou MapBoxu je dvoustupňový proces nutný pro tvorbu mapy s JavaScriptovými funkcemi. Ten způsobuje, že nelze vynechat kroky v Cloudu, což by mohlo částečně ulehčit tvorbu. Knihovna nepodporuje implementaci GeoJson souboru přímo do html souboru. Oproti Leafletu v knihovně schází víc dynamických prvků, které by mohly mapy zatraktivnit. V neposlední řadě MapBox neumožňuje nastavit liniovým prvkům podélnou orientaci.

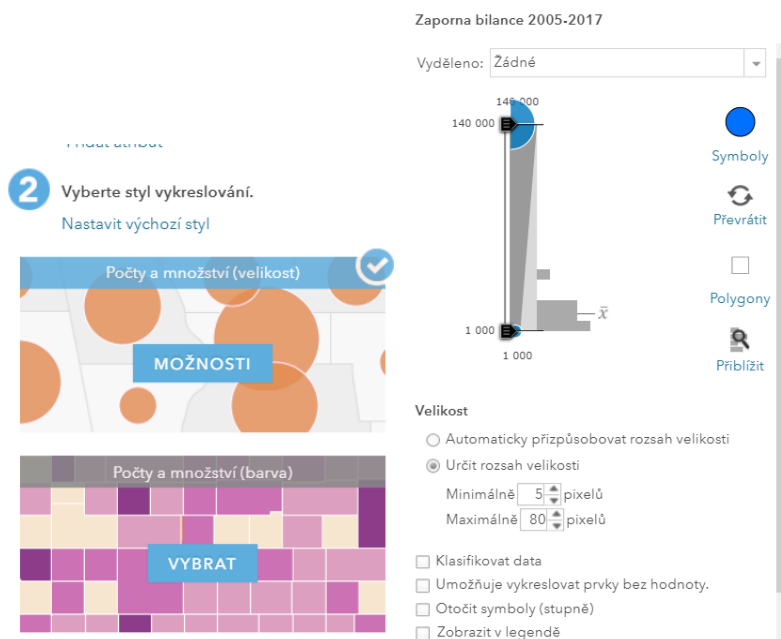


**Obr. 10** Mapa z prostředí MapBox

## 5.4. ArcGIS Online

### Tvorba

V případě tvorby v ArcGIS ONLINE je prvním krokem nahrání používaných dat a vrstev do online obsahu na stránkách Esri. Veškerá další práce se již odehrává na stránce „mapa“. Nejprve musí být vybrán styl podkladové mapy, a poté vloženy nahrané vrstvy. Prostředí umožňuje grafické stylování jednotlivých vrstev, jako je výběr barevných palet, definování barev a šířky okrajových linií polygonů či podélné orientace v případě liniové vrstvy. Lze také definovat, které informace z atributové tabulky se budou zobrazovat v pop up okně.



Obr. 11 Nastavení stylu vykreslení dat

### Hodnocení

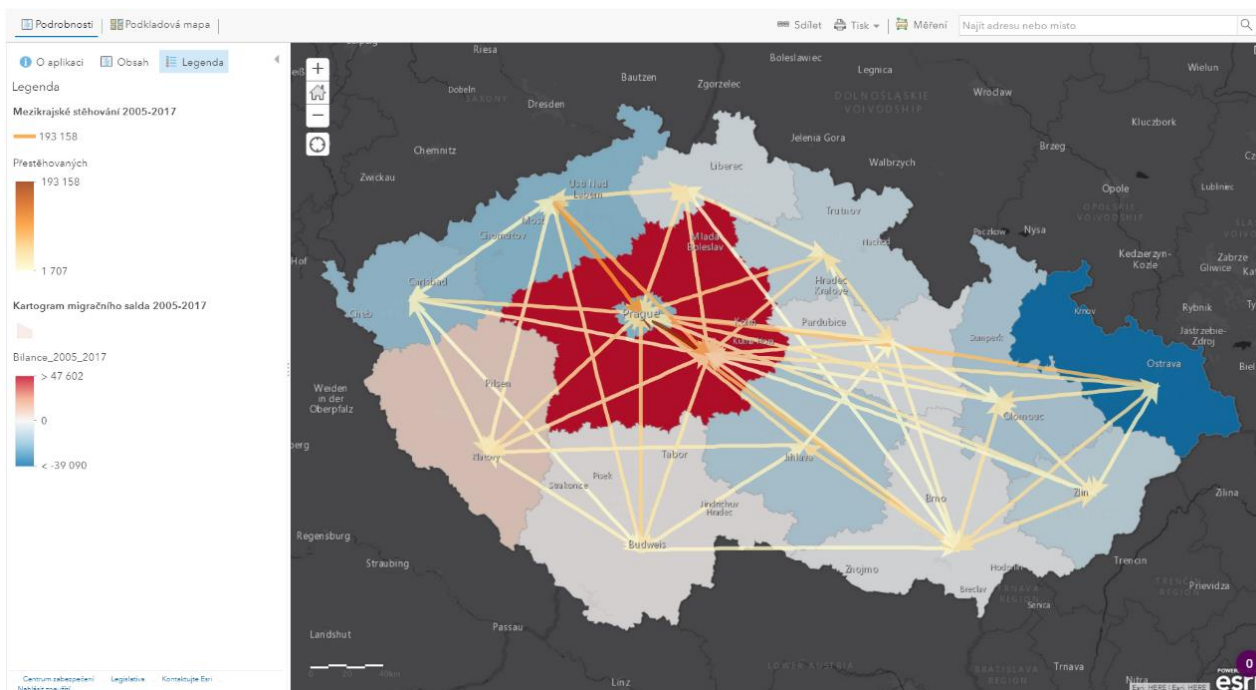
Hlavní výhodou ArcGIS Online oproti všem ostatním technologickým prostředím je možnost GIS analýz. V tomto ohledu produkty od Esri vynikají, a i v Online verzi je nabídka různých druhů analýz, např. prostorového uspořádání či hledání lokalit, avšak žádná z nich není vhodná pro vizualizace migrace. Mezi další výhody se řadí jednoduchost, rychlost, funkčnost či provázanost s desktopovou aplikací. Autoři i s malými GIS znalostmi a bez znalosti skriptovacích a programovacích jazyků jsou zde schopni vytvořit funkční mapu, a to za krátký časový úsek. Další výhodou je možnost tvorby vrstev přímo v programu, tedy nemusí být předem připravený GeoJSON či jiný soubor. Nutno zmínit, že ArcGIS Online nabízí možnost podélné orientace liniových znaků, která se velmi využívá při tvorbě map migrace. Jako výhodou lze shledat jazykovou stránku studia, které je kompletně (mimo jiné) v češtině.

Nevýhodou ArcGIS Online je jeho koncepce. Nesilnější stránkou (desktopové i online aplikace) jsou analytické funkce, zatímco vizualizace map pro web, možnosti interaktivity a dynamiky jsou upozaděny. Tento nedostatek se snaží nahradit aplikace ArcGIS StoryMaps a WebAppBuilder. StoryMaps nabízí buď možnost uskupení série map do příběhu, kterým se dá popsat například vývoj hranic Evropských států (na podkladu předem vytvořených map například v ArcGIS Online) nebo prezentaci s doplňujícími mapovými výstupy. Druhá možnost nabízí doplnění mapy o funkčnost, např. hledání míst, interaktivní legenda či různé analytické funkce. Ani jeden případ však nebyl shledán jako vhodný pro tuto práci. Další nevýhodou jsou nemalé finanční náklady za přístup k ArcGIS Online, které se pro tvorbu jednoduchých map migrace (protože "složitě" s propracovanými dynamickými interaktivními prvky vytvořit nelze) rozhodně nevypláť.

Tab. 6 Dostupnost funkcí prostředí ArcGIS Online

FUNKCE	DOSTUPNOST
Vyhledávání	Ano
Přepínání vrstev	Ano
Zoom	Ano
Sidebar	Ano
Export dat	Ne
Timeslider	Ano (API)
Pop up	Ano
Hoover efekt	Ne
Click event	Ne

Je potřeba zmínit, že Esri nabízí také API nadstavbu pro tvorbu webových mapových aplikací v podobě ArcGIS API for JavaScript. Na svých stránkách nabízí dokumentaci k desítkám funkcí, které si uživatel může naimplementovat do své mapy. Ze sledovaných funkcí vynikají timeslider a různé nastavení pop up. Celkově ArcGIS Online nabízí rychlou tvorbu jednoduchých mapových výstupů. Je však dostupná pouze v případě, že má uživatel placenou licenci. Navíc nenabízí o moc více funkcí než Here Studio či MapBox Studio, které jsou funkční pod licenci Freemium. Celkově je toto prostředí pro uživatele, který nemá potřebnou licenci pro používání produktů Esri, nevhodné.

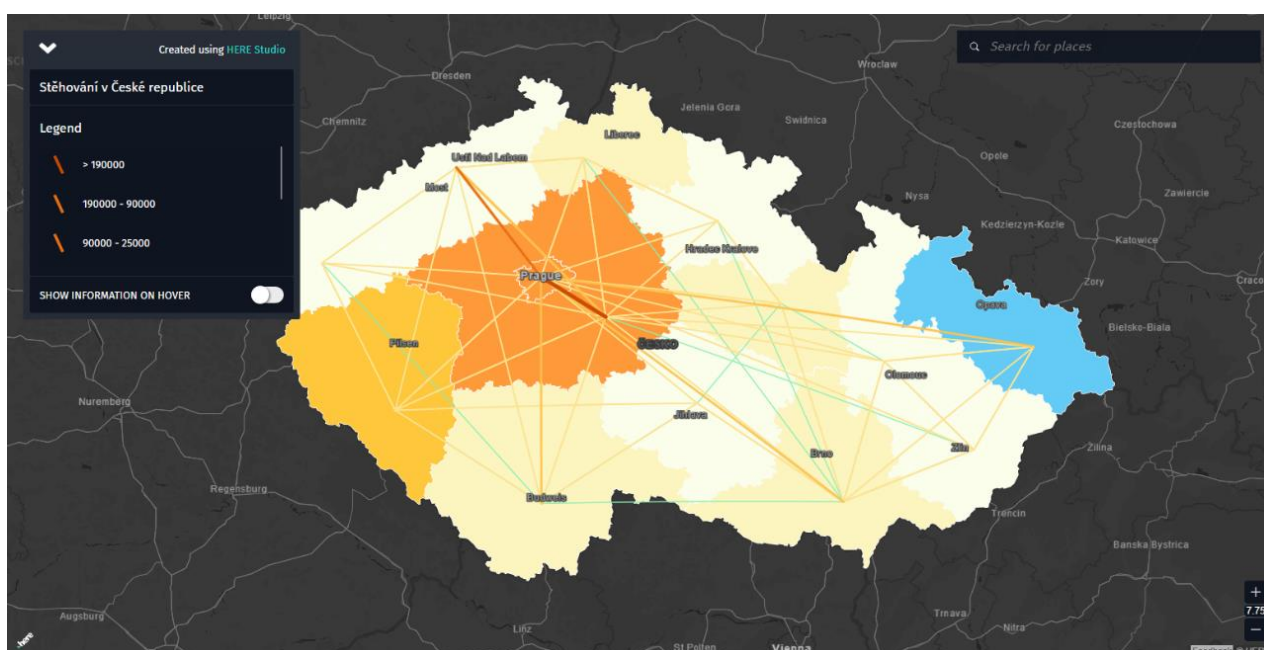


Obr. 12 Mapa z prostředí ArcGIS Online

## 5.5. Here Studio

### Tvorba

Pro práci ve studiu od firmy Here je nutné mít na stránkách účet. Poté je potřeba nahrát prostorová data. Here umožňuje upload nejen pro soubory typu *geojson*, ale také *json*, *csv* a *shp*. Po nahrání dat je možné si data v podobě jejich atributových tabulek na stránkách zobrazit a také je upravovat. Pro tvorbu mapy je nutné zvolit *Create new project*. Studio požaduje pro vytvoření mapy zadat název, základní metadata a zvolit styl podkladové mapy. Poté se do mapy mohou přidat nahrané vrstvy a definovat jejich styl. U liniových vrstev lze nastavit šířku linií a barvu podle množství přestěhovaných obyvatel mezi kraji. U polygonů krajů byla nastavena barva výplně opět podle bilance migrace (migračního salda) a barva hraničních linií. Veškeré nastavení stylu se musí zadávat ručně, neexistuje zde žádná automatizace pro vytvoření kategorií, a při vytvoření nové kategorie se vždy náhodně doplní barva výplně a obrysové linie polygonů.



Obr. 13 Mapa z prostředí Here Maps

### Hodnocení

Studio od společnosti Here nabízí menší možnosti vizualizace, než je tomu cloudových prostředích od jiných tvůrců. Zdarma (pod licencí freemium) dostane uživatel nezbytné možnosti pro tvorbu jednoduchých map, ale pro složitější, dynamické interaktivní mapy je tato technologie nevhodná.

Výhodou Here Studio je jednoduchost tvorby. Společnost nabízí k aplikaci bohatou dokumentaci a výuková videa, jak s aplikací zacházet. Další výhodou Here Studio je podpora většího množství podporovaných formátů, a proto není nutné mít připravený soubor GeoJSON, a v případě nutnosti data vstupního souboru upravovat.

Tab. 7 Dostupnost funkcí prostředí Here Studio

FUNKCE	DOSTUPNOST
Vyhledávání	Ano
Přepínání vrstev	Ne
Zoom	Ano
Sidebar	Ne
Export dat	Ne
Timeslider	Ne
Pop up	Ano
Hover efekt	Ne
Click event	Ne

Nevýhodou Here Studio je malá nabídka možností. Lze vizualizovat data, omezit jaká data z atributové tabulky se budou zobrazovat, ale větší interaktivita není dostupná a lépe na tom není ani dynamická stránka map. Další nevýhodou Here Studio je nemožnost nastavit podélnou orientaci liniového znaku. Here Studio rovněž neumožňuje tvorbu ani jednoduchého bodového kartodiagramu. Nutno dodat, že společnost Here nabízí, podobně jako MapBox, svou vlastní malou JS knihovnu s prvky týkající se především geokódování či trasování, které nejsou využitelné pro tvorbu map migrace.

## 5.6. Flowmap.Blue

### Tvorba

Tato alternativa pro tvorbu dynamických interaktivních liniových map pracuje na úplně jiném principu než předchozí varianty. V tomto případě bylo nutné vložit data do předem připravené šablony pro google sheets – tabulky google. Zde se nachází 3 listy (tzv. sešity v programu MS Excel) – *properties*, *locations* a *flows*.

*Properties* je metadatová část, ve které byly vyplněny pole jako *title*, *description*, byl nastaven styl atp. (viz Obr. 13.) tak, aby odpovídaly vizualizovaným datům. Do části *locations* byly přidány názvy krajů České republiky, souřadnice odpovídající jejich centrálním bodům a ID. V posledním listu *flows* byly do sloupců *origin* (původ), *dest* (destinace) a *count* (počet) přidány hodnoty pěti nejčastějších destinací (počty přestěhovaných), ID kraje původu a ID kraje destinace (Obr. 15.). Po vytvoření byla tabulka zveřejněna a její odkaz byl vložen do příslušné kolonky na stránkách flowmaps.blue. Výsledná mapa byla vygenerována okamžitě.



1	property	value	comment	references
2	title	Stehovani v Ceske republice	If you want to publish your own data, make a copy of this spreadsheet by going to "File" / "Make a copy..."	
3	description	Mezikrajske stehovani v Ceske republice za obdobi mez lety 2005 až 2017. Make a copy of this spreadsheet by going to "File" / "Make a copy..." then you can fill your data in. You must be logged in for this to work.		
4	source.name	Cesky Statisticky Urad		
5	source.url	<a href="https://www.czso.cz">https://www.czso.cz</a>		
6	createdBy.name	Ondrej Bedrunka		
7	createdBy.email	O.Bedrunka@gmail.com	← We may contact you asking for a permission to add your flow map to the list of examples on the homepage of flowmap.blue.	
8	createdBy.url	<a href="http://your.website">http://your.website</a>		
9	mapbox.mapStyle		← (optional) Custom Mapbox style URL (you can fine tune map rendering or upload your shapes as a tileset or a dataset and add them as a layer). Your style must be public. We recommend to base your style on the "Light" template.	<a href="https://docs.mapbox.com/help/tutorials/create-a-custom-style/">https://docs.mapbox.com/help/tutorials/create-a-custom-style/</a>
10	colors.scheme	Default		
11	colors.darkMode	yes		
12	animate.flows	no		
13	clustering	yes		
14	flows.sheets	flows	← Here you can list multiple comma-separated sheet names if you want to split your flows data into several subsets. There will be a drop-down menu in the UI with the subsets to select from. Here is an example: →	<a href="https://flowmap.blue/1mK1ZMxNmGISsXmhtoK05h7nxyDMXFC">https://flowmap.blue/1mK1ZMxNmGISsXmhtoK05h7nxyDMXFC</a>
15	msg.locationTooltip.incoming	Pristehovali	← Here you can customize some of the messages.	
16	msg.locationTooltip.outgoing	Odstehovali		

Obr. 14 Příprava dat v google sheets pro Flowmap.blue: styl

id	name	lat	lon
1	Hlavní město Praha	50.0755	14.4378
2	Jihočeský kraj	48.9458	14.4416
3	Jihomoravský kraj	48.9545	16.7677
4	Karlovarský kraj	50.1435	12.7502
5	Kraj Vysočina	49.449	15.6406
6	Královéhradecký kraj	50.3512	15.7976
7	Liberecký kraj	50.6594	14.7632
8	Moravskoslezský kraj	49.7305	18.2333
9	Olomoucký kraj	49.6587	17.0811
10	Pardubický kraj	49.9444	16.2857
11	Plzeňský kraj	49.4135	13.3157
12	Středočeský kraj	49.8782	14.9363
13	Ústecký kraj	50.6119	13.787
14	Zlínský kraj	49.2162	17.772

Obr. 15 Příprava dat v google sheets pro Flowmap.blue: souřadnice krajů

1	origin	dest	count	
2	1	12	193158	
3	1	13	16444	Use the OD-matrix data conversion tool if your movement counts are stored as an OD-matrix. ↗
4	1	2	12271	
5	1	11	9785	<a href="https://flowmap.blue/od-matrix-converter">https://flowmap.blue/od-matrix-converter</a>
6	1	7	8603	
7	2	1	15221	
8	2	12	9631	
9	2	11	5086	

Obr. 16 Příprava dat v google sheets pro Flowmap.blue: počty přestěhovaných

**Hodnocení**

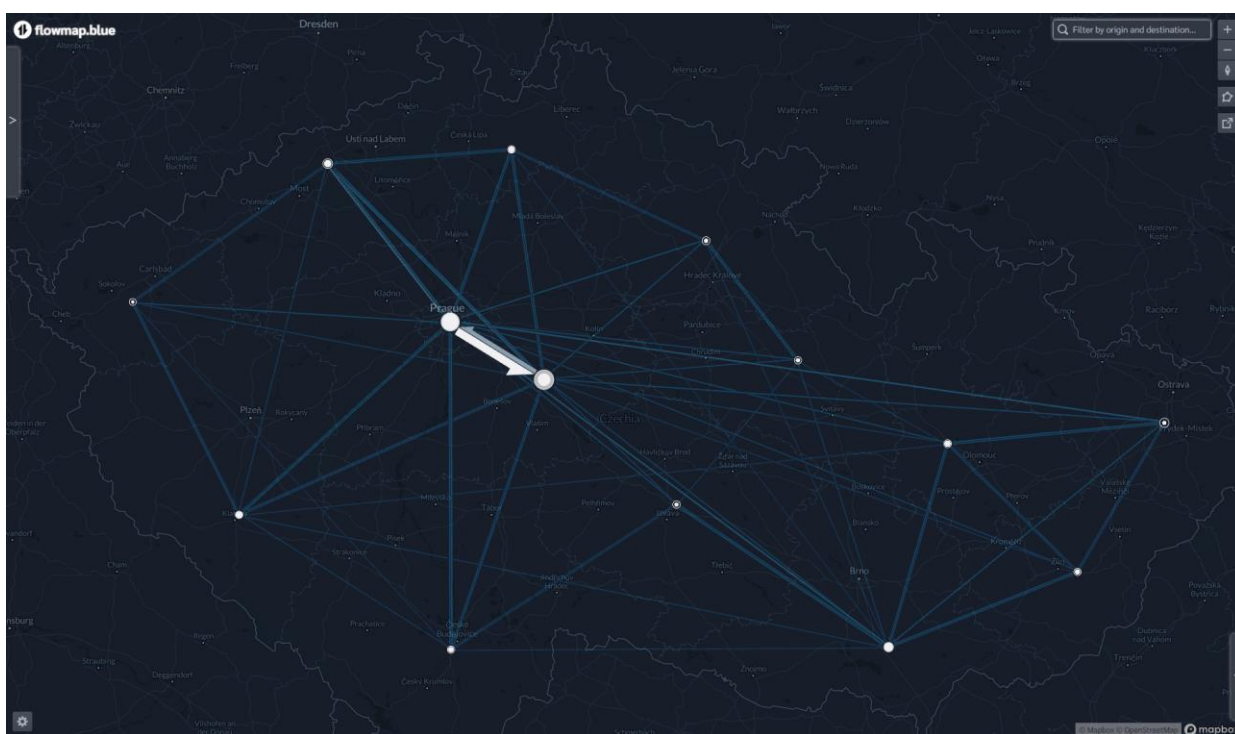
Flowmap.Blue je koncipován pouze pro tvorbu liniových map v cloudovém prostředí, díky čehož je tvorba jednoduchá, rychlá a efektivní. Aplikace je zdarma, mapové výstupy jsou interaktivní, mají moderní vzhled a plní nejdůležitější předpoklady pro tvorbu map migrace.

Flowmap.Blue velice efektivně kombinuje jednoduchou přípravu dat s automatizovanou tvorbou výsledné mapy. Na stránkách je dostupný návod k použití a šablona tabulky, do které uživatel nahrává svá data a jednoduše si v tabulce nadefinuje své preference pro vzhled. Mapa se vytvoří „sama“. Není nutná tvorba souboru GeoJSON či jiných. Navíc Flowmap.Blue umožňuje ve výsledné mapě přidávat kritéria pro zobrazení. Mapa je stále nastavitelná, uživatel prohlížející si mapu si může změnit barvy linií, podkladovou mapu atd. Flowmap.Blue je zdarma, poskytuje možnost vizualizace linií s podélnou orientací a výsledná mapový výstup je multiplatformní.

Tab. 8 Dostupnost funkcí prostředí Flowmap.Blue

FUNKCE	DOSTUPNOST
Vyhledávání	Ano
Přepínání vrstev	Ano
Zoom	Ano
Sidebar	Ano
Export dat	Ne
Timeslider	Ano
Pop up	Ne
Hoover efekt	Ano
Click event	Ano

Nevýhod Flowmap.Blue je vzhledem k její koncepci velice málo. Některým uživatelům může vadit málo možností vizualizace, protože je dostupná pouze liniová metoda. Automatizace způsobuje, že je mnoho prvků předdefinovaných a uživatel nemá možnost je upravit. Avšak tento nedostatek se týká všech hodnocených prostředí.



Obr. 17 Mapa FlowMap.Blue

### 5.7. Souhrnné zhodnocení

Výsledky jak analytické, tak praktické části mohou budoucím autorům pomoci při výběru vhodné metody a nejlepšího prostředí pro tvorbu map migrace. Podle vytvořených tabulek si může vybrat, jakou funkčnost v mapě potřebuje a podle toho postupovat. Z výsledků vyplývá, že pokud chce autor vytvořit mapu rychle a

jednoduše, bude určitě volit nástroj Flowmap.Blue, zatímco pro tvorbu větších a složitějších webových mapových aplikací zvolí spíše JavaScriptovou knihovnu Leaflet.

**Tab. 9** Porovnání testovaných technologických prostředí

	Leaflet	MapBox	ArcGIS Online	Here Maps	Flowmap.Blue
<b>Prostředí:</b>	Text editor	Online studio + text editor	Online studio	Online tvorba bez studia	Online studio
<b>Možná interaktivita:</b>	Vysoká	Vysoká	Nízká	Nízká	Střední
<b>Uživatelská náročnost:</b>	Vysoká	Vysoká	Střední	Střední	Nízká
<b>Výběr barvy:</b>	Hex	Hex a color ramp	Připravené palety	Hex a color ramp	Výběr stylů
<b>Struktura linie:</b>	Nastavitelná	Nastavitelná	Nastavitelná	Nastavitelná	Ne
<b>Tloušťka linie:</b>	Ano, nastavitelná	Ano, nastavitelná	Ano, nastavitelná	Ano, nastavitelná	Ano, automaticky
<b>Počet čar:</b>	Jednočarová	Jednočarová	Jednočarová	Jednočarová	Jednočarová
<b>Orientace linie:</b>	Podélná, směr pohybu	Podélná	Podélná	Nenastavitelná	Podélná
<b>Dynamika:</b>	Nastavitelná	Nastavitelná	Nenastavitelná	Nenastavitelná	Nastavitelná
<b>Licence:</b>	Free source	Freemium	Placená	Freemium	Free source
<b>Výhoda:</b>	Počet možností	JavaScriptová knihovna	Propojenost software	Jednoduchost	Jednoduchost
<b>Slabina:</b>	Komplikovanost	Komplikovanost	Cena	Málo možností	Žádná

## 6. DISKUSE

Výsledky práce přináší ucelený vhled do problematiky vizualizace migrace v interaktivních webových mapách. Byť výsledky statistického hodnocení již existujících map jasně ukazují, které kartografické metody jsou nejpoužívanější, praktické výsledky zdaleka nezahnují veškeré technologické prostředí pro tvorbu interaktivních webových map jako takových a druhotně nemohou sledovat rychlý vývoj technologií (výsledky jsou de facto platné pauze do doby aktualizace nabídky některé z použitých technologických prostředí, která již mohla proběhnout). Technologický vývoj sám o sobě přináší nechtěně příkoří, se kterými pak musí uživatelé bojovat. Nejznatelnější to je v nabídce JavaScriptů z knihovny Leaflet, kdy některé skripty buď zcela nefungují, nebo mají výrazné vizuální problémy. V jedné mapě tak je kvůli problému s nastavením z-indexu (úrovně vrstev) vrstva linií pod úrovní vrstvy polygonů krajů, což je špatně. Výsledky však vnášejí více světla do problematiky vizualizace migrace, a mohou sloužit budoucím autorům jako pomoc při výběru technologického prostředí pro tvorbu interaktivních webových map.

Pro budoucí uplatnění práce se nabízí tvorba komplexnější mapové aplikace o migraci, jakou je například Encyklopedie migrace. V takovém případě by bylo vhodné spojit představené funkce do jedné mapy. Ideálním případem by byla mapa obsahující interaktivní sidebar reagující na kliknutí v mapě, timeslider a dynamickou liniovou vrstvu která by se zobrazila po interakci s podkladovou vrstvou (např. bodového kartodiagramu). V neposlední řadě by bylo vhodné rozšířit zaměření mapy na Evropu či celý svět. Pro tvorbu takové aplikace se (i dle výsledků) nabízí kombinace JavaScriptů z různých JS knihoven. Výběr vhodných skriptů by se velmi rozšířil, u každé knihovny by se dalo využít jejích výhod a jakýkoliv problém se skriptem z jedné knihovny by bylo možné vyřešit náhradou za ekvivalentní skript z jiné.

## 7. ZÁVĚR

Příspěvek se zabýval možnostmi vizualizace migrace v interaktivních webových mapách. Výsledkem je především 13 webových map vytvořených v prostředích Leaflet, MapBox, ArcGIS Online, HERE Maps a Flowmap.blue, při jejichž tvorbě byly testovány dostupné možnosti vizualizací, interaktivních a dynamických prvků nabízené jednotlivými prostředími. Podstatným přínosem je tak přehled silných a slabých stránek a celkové textové a přehledné tabulkové porovnání technologických prostředí pro tvorbu interaktivních webových map, kterými se mohou řídit budoucí tvůrci.

Dalším přínosem práce je statistické vyhodnocení používaných kartografických metod pro vizualizaci migrace v mapách analogových i dynamických, a technologických prostředí pro tvorbu interaktivních webových map.

*Příspěvek vychází z výsledků bakalářské práce Bc. Ondřeje Bedrunky Vizualizace migrace v interaktivních webových mapách zpracované pod vedením RNDr. Rostislava Nétéka, Ph.D., na Katedře geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci a obhájené v roce 2021.*

*Článek byl podpořen v rámci projektu „Analýza, modelování a vizualizace prostorových jevů pomocí geoinformačních technologií“ (IGA\_PrF\_2022\_027) za podpory interní grantové agentury Univerzity Palackého v Olomouci.*

## 8. LITERATURA

- BEDRUNKA, Ondřej. *Vizualizace migrace v interaktivních webových mapách*. Olomouc, 2020. bakalářská práce (Bc.). UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI. Přírodovědecká fakulta. Dostupné z: [https://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/bakalarske/bedrunka21/BEDRUNKA\\_prace.pdf](https://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/bakalarske/bedrunka21/BEDRUNKA_prace.pdf) Webové stránky práce dostupné z: <https://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/bakalarske/bedrunka21/>
- ČERVENÁ, Klára. *Kartografické zpracování fenoménu migrace*. Plzeň, 2018. BAKALÁŘSKÁ PRÁCE. ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI. Dostupné z: [https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/33588/1/BP\\_Cervena.pdf](https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/33588/1/BP_Cervena.pdf)
- DORMAN, Michael. *Introduction to Web Mapping* [online]. Negev, 2021. Dostupné z: <http://132.72.155.230:3838/js/index.html>. Ben-Gurion University of the Negev.
- HRUBÁ, Lucie. *Dynamic visualization in transport domain*. *GeoScience Engineering* [online]. 2009, 55(3), 35-44. ISSN 1802-5420. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10084/84269>
- IOM (International Organization for Migration). *WORLD MIGRATION REPORT 2020* [online]. Switzerland, 2020. ISBN 978-92-9068-789-4. Dostupné z: [https://publications.iom.int/system/files/pdf/wmr\\_2020.pdf](https://publications.iom.int/system/files/pdf/wmr_2020.pdf)
- KAŇOK, Jaromír. Kartografické vyjádření dynamiky prostorových jevů. *Symposium GIS Ostrava* [online]. 2007. ISSN 1213-239X. Dostupné z: [http://gisak.vsb.cz/GIS\\_Ostrava/GIS\\_Ova\\_2007/sbornik/Referaty/Sekce7/Clanek-Kanok.pdf](http://gisak.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2007/sbornik/Referaty/Sekce7/Clanek-Kanok.pdf)
- KING, Russell. *Atlas lidské migrace*. United Kingdom: Routledge, 2007, 128 s. ISBN 9781849711500.
- KRAAK, Jan-Menno a Allan BROWN. *Web Cartography*. New York: CRC Press, 2001. ISBN 9780203305768.
- KRTIČKA, Luděk. *Úvod do Kartografie*. Ostrava: Ostravská univerzita, 2007. ISBN 978-80-7368-344-3.
- MIKLÍN, Jan, Radek DUŠEK, Luděk KRTIČKA a Oto KALÁB. *Tvorba map*. Ostrava: Ostravská univerzita, 2018. ISBN 978-80-7599-017-4.
- NÉTEK, Rostislav a Tomáš BURIAN. *Free and open source v geoinformaticce*. 2018. Olomouc: Univerzita Palackého, 2018. ISBN 9788024452913

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

Oxford Reference. *Interactivity*. [online]. Oxford Reference. Dostupné z: <https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/oi/authority.20110803100006404>

SNOW, Peter a Richard OVERY. *World War II: Map by Map*. Dorling Kindersley Limited, 2019. ISBN 9780241358719.

ŠMÍDA, J. *Návrh koncepce a obsahu elektronického atlasu Libereckého kraje*. Disertační práce. Brno: Masarykova univerzita v Brně, Přírodovědecká fakulta, Geografický ústav, 2007.

VOŽENÍLEK, Vít a Jaromír KAŇOK. *Metody tematické kartografie: Vizualizace prostorových jevů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011, 216 s. ISBN 9788024427904.

#### Data:

ČSÚ. Sestavení vlastní tabulky: *Přistěhovalí a vystěhovalí v krajích a okresech České republiky za jednotlivé roky od roku 2001 do roku 2019*. [online]. Praha, 2020. Dostupné z: <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=uziv-dotaz#k=1>

ČSÚ. Tabulky 11., 12. a 16. [online]. Praha, 2018. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/tabulky>

#### Testovaná technologická prostředí:

ARCGIS ONLINE. © Esri. <https://www.arcgis.com/index.html>

FLOWMAP.BLUE. © Ilya Boyandin. <https://flowmap.blue>

LEAFLET. © 2010–2022 Vladimir Agafonkin. <https://leafletjs.com>

MAPBOX. © Mapbox. <https://www.mapbox.com>

MAPBOX GL-JS. © Mapbox. <https://docs.mapbox.com/mapbox-gl-js/guides/>

XYZ STUDIO. © Here Maps. <https://studio.here.com>