

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra geoinformatiky

**ČASOPROSTOROVÁ ANALÝZA A VIZUALIZACE
STUDENTSKÝCH ZAHRANIČNÍCH MOBILIT
NA UNIVERZITĚ PALACKÉHO V OLOMOUCI**

Bakalářská práce

Marek BARTOŠ

Vedoucí práce Mgr. Radek Barvíř, Ph.D.

Olomouc 2026

Geoinformatika a kartografie

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá časoprostorovou analýzou a vizualizací zahraničních mobilit studentů na Univerzitě Palackého v Olomouci. Hlavním cílem práce je sestavit provázanou sérii vizuálních výstupů, které komplexně mapují studentské výjezdy, příjezdy i síť smluvních vztahů s partnerskými institucemi. V úvodní části byla zpracována a anonymizována data z univerzitního systému IS/STAG. Klíčovým metodickým krokem bylo geokódování rozsáhlého souboru dat, pro které bylo po srovnání několika nástrojů zvoleno rozhraní Google Geocoding API. V rámci procesu byla u každého záznamu identifikována a kategorizována přesnost lokalizace do tří úrovní, což umožnilo efektivní kontrolu kvality výstupů. Stěžejním výsledkem práce je interaktivní dashboard vytvořený v prostředí ArcGIS Online pomocí nástroje Experience Builder. Tato webová aplikace integruje mapové pole, pokročilé filtry a dynamické interaktivní grafy, které uživateli umožňují analyzovat mobility podle fakult, typů programů, pohlaví či věku studentů a jiných ukazatelů. Práce je doplněna o časoprostorovou analýzu obsahující statické výstupy v podobě map metodami kartogramů a kartodiagramů, které pomocí indexu bilance mobilit a poměrů zapojení fakult dokumentují vývoj a směrovou vyváženost zahraničních cest ve třech časových etapách.

KLÍČOVÁ SLOVA

zahraniční mobility; vizualizace; geokódování; dashboard; časoprostorová analýza

Počet stran práce: 79

Počet příloh: 7 (z toho 4 volné a 3 elektronické)

ANNOTATION

This bachelor's thesis focuses on the spatiotemporal analysis and visualization of student mobility abroad at Palacký University in Olomouc. The main objective of the thesis is to compile a coherent series of visual outputs that comprehensively map student departures, arrivals, and the network of contractual relationships with partner institutions. In the introductory section, data from the university's IS/STAG system was processed and anonymized. A key methodological step was the geocoding of the extensive dataset, for which the Google Geocoding API was selected after comparing several tools. As part of the process, the location accuracy of each record was identified and categorized into three levels, enabling effective quality control of the outputs. The main result of the work is an interactive dashboard created in the ArcGIS Online environment using the Experience Builder tool. This web application integrates a map panel, advanced filters, and dynamic interactive charts that allow users to analyze mobility by faculty, program type, student gender or age, and other indicators. The thesis is supplemented by a spatiotemporal analysis containing static outputs in the form of maps using choropleth and proportional symbol maps, which through the mobility balance index and faculty engagement ratios, document the development and directional balance of international travel across three time periods.

KEYWORDS

international mobility; visualization; geocoding; dashboard; spatiotemporal analysis

Number of pages: 79

Number of appendixes: 7

Prohlašuji, že

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

- jsem si vědom(a), že na moji bakalářskou/diplomovou 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,

- беру на ведоми, же Универзита Палакэхо в Оломоуци (дále 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/diplomové práce v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona,

- použít výsledky a výstupy mé bakalářské/diplomové 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).

Děkuji vedoucímu práce Mgr. Radku Barvířovi, Ph.D. z Katedry geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci za podněty a připomínky při vypracování práce.

Za poskytnutá data děkuji Univerzitě Palackého v Olomouci.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Marek BARTOŠ**
Osobní číslo: **R23662**
Studijní program: **B0532A330011 Geoinformatika a kartografie**
Téma práce: **Časoprostorová analýza a vizualizace studentských zahraničních mobilit na Univerzitě Palackého v Olomouci**
Zadávající katedra: **Katedra geoinformatiky**

Zásady pro vypracování

Cílem práce je sestavit provázanou sérii vizualizací mapujících zahraniční mobility studentů na UP v Olomouci. Student analyzuje a zpracuje dostupná data zahrnující příjezdy a výjezdy studentů na studijní a výzkumné zahraniční stáže a pobyty. Následně sestaví sérii prostorových, atributových a časových vizualizací komplexně mapujících tematiku z různých pohledů. Student při práci vhodně zvolí systém vyjadřovacích metod pro pestrou směs následně sestavených výstupů určených pro tisk i prohlížení v digitálním prostředí zahrnujících mapy, grafy, diagramy, schémata či infografiky určené pro uživatelskou skupinu poučené veřejnosti.

Text práce student zpracuje v souladu se závaznou šablonou pro kvalifikační práce KGI. O diplomové 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:

[1] Zayim Kurtay, Merve; Kaya Kasikci, Sevgi; Kondakci, Yasar; Sahin, Betul; Kéri, Anita; Levatino, Antonina; Marinoni, Giorgio; Ovchinnikova, Elena; Öz, Yakup; Sin, Cristina; Weber, Tijmen; Bin Qushem, Umar (2025). Im/mobility in a disruptive time: the impact of Covid-19 on the size and directional flow of international student mobility. Comparative Migration Studies. DIO: 13. 10.1186/s40878-025-00431-5.

[2] Turković, Darija & Grudic Kvasic, Sanda & Kuzmanovska, Maja. (2021). The effect of covid-19 crisis on Erasmus+ student mobilities.

[3] Fryčák, Filip (2022). Pokročilá analýza a vizualizace dat z dotazníkového šetření Katedry geoinformatiky. Diplomová práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Dostupné z WWW: <https://theses.cz/id/rukeuv/>.

[4] Šutta, Jakub. Praktický manuál prostorově orientované infografiky (2022). Bakalářská práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Dostupné z WWW: <https://theses.cz/id/o0ws61/>.

[5] Koníček, Jakub (2024). Vizualna analýza při identifikaci infografiky v kartografii. Dizertační práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Dostupné z WWW: <https://theses.cz/id/4bq13e/>

[6] Kraak, Menno-Jan; Roth, Robert; Ricker, Britta; Kagawa, Ayako; Sourd, Guillaume (2020). Mapping for a Sustainable World.

[7] VOŽENÍLEK, V. (2002). Diplomové práce z geoinformatiky. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Radek Barvíř, 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

V Olomouci dne 9. října 2025

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	10
ÚVOD.....	11
1 CÍLE PRÁCE	12
2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	13
2.1 Časoprostorová analýza.....	13
2.1.1 Příklady časoprostorové analýzy	14
2.2 Metody vizualizace pohybu v čase.....	14
2.2.1 Čas	15
2.2.2 Data.....	17
2.2.3 Vizualní reprezentace	19
2.3 Zahraniční mobility na Univerzitě Palackého.....	22
2.3.1 Erasmus+	22
2.3.2 Aurora	22
2.3.3 CEEPUS.....	24
2.3.4 Fulbrightův program	24
2.4 Přístupy k mapování mobility	25
2.4.1 Mapování mobilit studentů katedry geoinformatiky	25
2.4.2 Vývoj dashboardů pro data o mobilitách	27
2.4.3 Interaktivní mapa osidlování planety.....	28
2.4.4 Využití interaktivních webových platforem a GIS pro analýzu prostorové mobility	28
2.4.5 Mapování evropské vysokoškolské mobility	29
2.4.6 Aplikace geokódování při mapování mobility	30
2.4.7 Analytický portál Erasmus+ Public Dashboard.....	31
3 METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ	32
3.1 Použité metody	32
3.2 Použitá data.....	33
3.3 Použité programy	33
3.4 Postup zpracování.....	34
4 ZPRACOVÁNÍ DAT	36
4.1 Data	36
4.2 Geokódování dat	36
4.2.1 Kód	40
5 NÁVRH A IMPLEMENTACE DASHBOARDU.....	42
5.1 Koncepce dashboardu a softwarové řešení	42
5.2 Technické parametry.....	43
5.3 Znakový klíč a vizualizace nejistoty	44
5.4 Řešení překryvu bodů	45
5.5 Interaktivita a nástroje filtrování	46
5.5.1 Uvítací okno (splash screen)	46

5.5.2	Mapové pole	46
5.5.3	Panel filtrování záznamů	47
5.5.4	Časová osa	48
5.5.5	Dynamické datové vizualizace	48
5.5.6	Nástroj pro výběr území	48
5.5.7	Vyskakovací okna (pop-upy)	49
5.6	Sekce Výjezdy	51
5.7	Sekce Příjezdy	53
5.8	Sekce Smlouvy	55
6	TVORBA STATICÝCH VÝSTUPŮ	57
6.1	Bilance mobilit	57
6.2	Fakultní struktura výjezdů	59
6.3	Fakultní struktura příjezdů	60
6.4	Využití smluvního potenciálu	61
7	ČASOPROSTOROVÁ ANALÝZA	63
7.1	Bilance mobilit a využití smluvního potenciálu	63
7.1.1	Evropa	63
7.1.2	Afrika	63
7.1.3	Asie	64
7.1.4	Austrálie a Oceánie	65
7.1.5	Severní Amerika	66
7.1.6	Jižní Amerika	67
7.2	Fakultní struktura mobilit	67
7.2.1	Filozofická fakulta (FF)	68
7.2.2	Pedagogická fakulta (PdF)	69
7.2.3	Přírodovědecká fakulta (PřF)	69
7.2.4	Lékařská fakulta (LF)	70
7.2.5	Fakulta tělesné kultury (FTK)	71
7.2.6	Právnická fakulta (PF)	72
7.2.7	Cyrlometodějská teologická fakulta (CMTF)	72
7.2.8	Fakulta zdravotnických věd (FZV)	73
8	VÝSLEDKY	75
8.1	Výsledky geokódování	75
8.2	Výsledek návrhu a implementace dashboardu	75
8.3	Výsledky tvorby statických výstupů	75
8.4	Výsledky časoprostorové analýzy	76
9	DISKUZE	77
10	ZÁVĚR	78
POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE		
PŘÍLOHY		

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
ACA	Academic Cooperation Association
BIP	Blended Intensive Programme
CEEPUS	Central European Exchange Programme for University Studies
CMTF	Cyrlometodějská teologická fakulta
ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
Erasmus	European Community Action Scheme for Mobility of University Students
EU	Evropská unie
FF	Filozofická fakulta
FTK	Fakulta tělesné kultury
FZV	Fakulta zdravotnických věd
GDPR	General Data Protection Regulation
GIS	geografický informační systém
IS/STAG	informační systém studijní agendy
LF	Lékařská fakulta
NCO	National CEEPUS Office
PdF	Pedagogická fakulta
PF	Právnická fakulta
PřF	Přírodovědecká fakulta
UP	Univerzita Palackého

ÚVOD

V současném globalizovaném světě představuje internacionalizace vysokoškolského vzdělávání jeden z klíčových pilířů rozvoje moderní akademické instituce. Mezinárodní mobility, chápané jako dočasné studijní nebo pracovní pobyty v zahraničí, umožňují nejen výměnu odborných znalostí a zkušeností, ale také posilování kulturních vazeb a prestiže univerzity v mezinárodním měřítku. Pro Univerzitu Palackého v Olomouci, která se aktivně zapojuje do širokého spektra výměnných programů, představuje agenda mobilit rozsáhlý a dynamicky se vyvíjející proces.

Data o zahraničních mobilitách jsou zaznamenány do IS/STAG (informační systém studijní agendy). Tato data však často zůstávají v podobě rozsáhlých tabulkových sestav, které jsou sice nezbytné pro administrativní evidenci, ale neposkytují okamžitý a intuitivní vhled do prostorových a časových trendů. Právě v této oblasti se otevírá prostor pro využití geoinformačních technologií, které umožňují transformovat data do podoby srozumitelných vizuálních výstupů.

Hlavní motivací této práce je potřeba vytvořit komplexní a uživatelsky přívětivý nástroj, který by umožnil efektivní analýzu a prezentaci dat o mobilitách na Univerzitě Palackého v Olomouci (UP). Stěžejním cílem práce je geokódování a vizualizace dat, ale především implementace interaktivního dashboardu v prostředí ArcGIS Online. Takové řešení by mělo sloužit jako analytická podpora pro pracovníky oddělení pro mobility při plánování a vyhodnocování zahraniční spolupráce a zároveň jako inspirativní zdroj informací pro studenty, kteří o studiu v zahraničí teprve uvažují.

1 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je sestavit provázanou sérii vizualizací mapujících zahraniční mobility studentů na Univerzitě Palackého v Olomouci. Data o příjezdech, výjezdech a smlouvách s partnerskými institucemi jsou analyzována a následně pomocí geokódování je upřesněna lokalita jednotlivých institucí. Tohoto je následně využito pro zpracování prostorových, atributových a časových vizualizací pomocí dashboardu. Ten umožňuje data filtrovat dle nejrůznějších atributů a zobrazovat tak v mapovém poli požadované údaje. Dané filtry se rovněž aplikují na dynamické interaktivní grafy a diagramy v dalším sektoru dashboardu.

Pomocí dashboardu budou moci pracovníci Univerzity Palackého vyhledávat informace o zahraničních mobilitách studentů Univerzity Palackého v Olomouci, filtrovat je dle svých požadavků a následně plánovat a vyhodnocovat zahraniční mobilitu studentů na Univerzitě Palackého v Olomouci. Data o příjezdech, výjezdech i smlouvách s partnerskými institucemi budou rovněž použity při tvorbě statických výstupů a pro časoprostorovou analýzu. Statické mapy pomocí ukazatelů umožní porovnat ukazatele v jednotlivých obdobích sledovaného časového úseku.

2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

2.1 Časoprostorová analýza

Časoprostorová analýza představuje v současné vědě vysoce aktuální a dynamicky se rozvíjející výzkumnou oblast, jejíž význam roste ruku v ruce s rozvojem moderních výpočetních technologií a schopností zpracovávat rozsáhlé databáze. Ačkoliv je tento koncept využíván napříč širokým spektrem vědních disciplín, od biologie, meteorologie až po lékařství či dopravu (Columbia University Irving Medical Center, 2016), sdílí napříč obory podobnosti. Jak uvádí Dong a Guo (2021), podstatou časoprostorové analýzy je zkoumání dat, která disponují jak časovými atributy, tak absolutní či relativní pozicí v trojrozměrném prostoru, přičemž tento pojem zastřešuje samotný proces i metodologii analýzy takovýchto dat. Odborná shoda panuje především v premisi, že časoprostorová data popisují jevy, které se mění v prostoru a vyvíjejí se v čase. Každé jednotlivé pozorování nebo událost v takovém datovém souboru je proto nezbytně spojeno s konkrétní geografickou lokací a časovou značkou (Institute of Electrical and Electronics Engineers, b. r.). V nejobecnější rovině tak lze časoprostorovou analýzu chápat jako širokou oblast výzkumu, jež poskytuje metody a nástroje pro zkoumání vývoje určitého fenoménu v rámci vymezeného prostorového a časového rozsahu (De Iaco a kol., 2022).

Přes tuto zjevnou shodu v základním vymezení lze v odborné literatuře identifikovat i specifické odlišnosti, které do definic vnášejí autoři z různých vědních odvětví. Například Institute of Electrical and Electronics Engineers (b. r.) zdůrazňuje striktní strukturální dělení časoprostorových dat do dvou hlavních kategorií. Kvantifikuje rozdíl mezi spojitými daty (např. hodnoty teploty či znečištění plynu se měnící v prostoru) a daty reprezentujícími diskrétní události či objekty (např. místa trestných činů, epicentra zemětřesení což v kontextu této práce mohou být právě zahraniční mobility studentů), přičemž každá kategorie vyžaduje odlišné analytické a reprezentační přístupy. Zcela odlišný pohled nabízí Columbia University Irving Medical Center (2016), jež upozorňuje na klíčovou teoretickou výzvu spojenou s integrací prostoru a času do jediného funkčního modelu. Autoři poukazují na skutečnost, že zatímco prostor je vícerozměrný a disponuje neomezenou směrovostí, čas je přísně jednodimenzionální a plyne pouze vpřed, což zásadním způsobem determinuje a mnohdy i ztěžuje možnosti interpretace výsledků. Výrazně odlišný důraz volí An a Crook (2017), kteří vnímají časoprostorovou analýzu primárně vizuálně a procesně. Definují ji jako zobrazování, reprezentaci, vizualizaci a sledování měnící se polohy určitého jevu, přičemž jejím hlavním posláním je často snaha o pochopení skrytých mechanismů, které za nasbíranými daty stojí. Zásadní posun směrem k ještě komplexnější datové struktuře pak přináší Hall a kol. (2017), kteří k nezbytné prostorové a časové složce přidávají ještě rovnocennou složku tematickou, jež představuje jakoukoliv měřitelnou vlastnost či přiřazenou kvalitativní nebo kvantitativní hodnotu zkoumaného jevu.

Z výše uvedeného je zřejmé, že přes snahy mnoha autorů nebyla časoprostorová analýza doposud definována zcela unifikovaným a jednotným způsobem. Jak podotýkají An a Crook (2017), obor se vyznačuje i značnou terminologickou nejednotností a bývá označován řadou synonymn. Lze konstatovat, že časoprostorová analýza je velmi obecný a široký pojem, který disponuje celou řadou definic, výkladů a specifických přístupů v závislosti na povaze zkoumaného problému. Pro účely této bakalářské práce, jejímž primárním cílem je komplexní časoprostorové vizualizace a zhodnocení zahraničních mobilit studentů, je však nezbytné ukotvit aplikovaný výzkum v jednoznačném teoretickém

rámci. Z tohoto důvodu předkládaná bakalářská práce koncepčně i metodologicky vychází z vymezení, které formulovali Hall a kol. (2017). V logice jejich přístupu lze totiž univerzitní mobilitní data přesně rozložit na složku prostorovou (např. lokalizace výjezdu), časovou (čas konání výjezdu či příjezdu) a tematickou (např. studovaná fakulta či typ studia). Cíl a postupy této práce v části časoprostorové analýzy tak rezonují s frází zmíněných autorů: „Úkol časoprostorového analytika lze chápat jako hledání smysluplných vztahů uvnitř těchto tří datových složek i mezi nimi.“

2.1.1 Příklady časoprostorové analýzy

Aplikaci časoprostorové analýzy v kombinaci s geografickými informačními systémy (GIS) demonstruje řada zahraničních odborných studií z různých vědních disciplín. První ze studií, kterou vypracovali Ma a kol. (2022) pod názvem „Spatiotemporal Analysis and War Impact Assessment of Agricultural Land in Ukraine Using RS and GIS Technology“, se zabývá časoprostorovou analýzou zemědělské půdy na Ukrajině a hodnocením dopadů válečného konfliktu s využitím dálkového průzkumu Země a GIS. Výzkum se zaměřuje na sledování prostorových a časových změn ve využití zemědělské půdy a na kvantifikaci škod způsobených vojenskými operacemi, přičemž využití satelitních dat v kombinaci s GIS nástroji umožnilo přehledně vizualizovat a vyhodnotit dynamiku zasažených území v čase (Ma a kol., 2022).

Druhá studie s názvem „Spatio-temporal analysis of warming in Bangladesh using recent observed temperature data and GIS“, jejímiž autory jsou Rahman a Lateh (2016), aplikuje časoprostorovou analýzu v oblasti klimatologie. Tato práce je zaměřena na hodnocení časového vývoje a prostorové variability oteplování v Bangladéši na základě čtyřicetileté časové řady teplotních dat (1971–2010) ze 34 meteorologických stanic. Autoři za pomoci prostorových interpolací v prostředí GIS a statistických testů trendy oteplování kartograficky vizualizovali a identifikovali klíčové časoprostorové změny teplotních izoterm v rámci zkoumaného území (Rahman a Lateh, 2016).

Obě zmíněné studie metodologicky dokládají, že časoprostorová analýza propojená s prostředím GIS může představovat univerzální a vysoce efektivní přístup ke zkoumání dynamiky nejrůznějších jevů v čase i prostoru, ať už jde o hodnocení dopadů geopolitických krizí na krajinu, či o analýzu dlouhodobých environmentálních procesů.

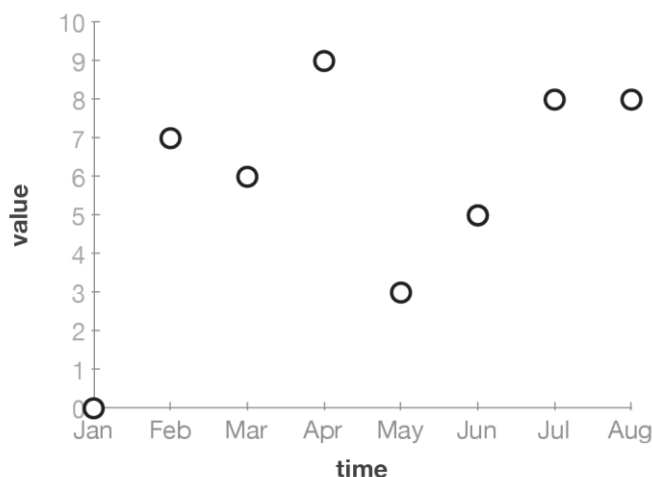
2.2 Metody vizualizace pohybu v čase

Pojem vizualizace je v současné vědecké i praktické sféře široce a poměrně variabilně využíván. Samotný etymologický a slovníkový základ tohoto termínu odkazuje na kognitivní proces utváření mentálního modelu či mentální představy o určitém zkoumaném jevu. Touto problematikou se zabývali Aigner a kol., (2023).

Hlavním cílem tohoto interdisciplinárního výzkumného pole je efektivně integrovat mimořádné schopnosti lidského vnímání s obrovským a neustále rostoucím výpočetním výkonem moderních technologií. Tato nezbytná synergie má za úkol podpořit uživatele při kognitivně náročné analýze, porozumění a následné komunikaci komplexních datových sad, modelů a abstraktních konceptů. Aby však vizualizace tohoto ambiciózního cíle skutečně dosáhla a plnohodnotně plnila svou funkci, musí podle obecně uznávaných teoretických metodik striktně splňovat tři stěžejní kritéria: expresivitu (vyjadřovací schopnost), efektivitu (splnění cíle pro uživatele) a účinnost (výkonnost z hlediska nákladů a přínosů).

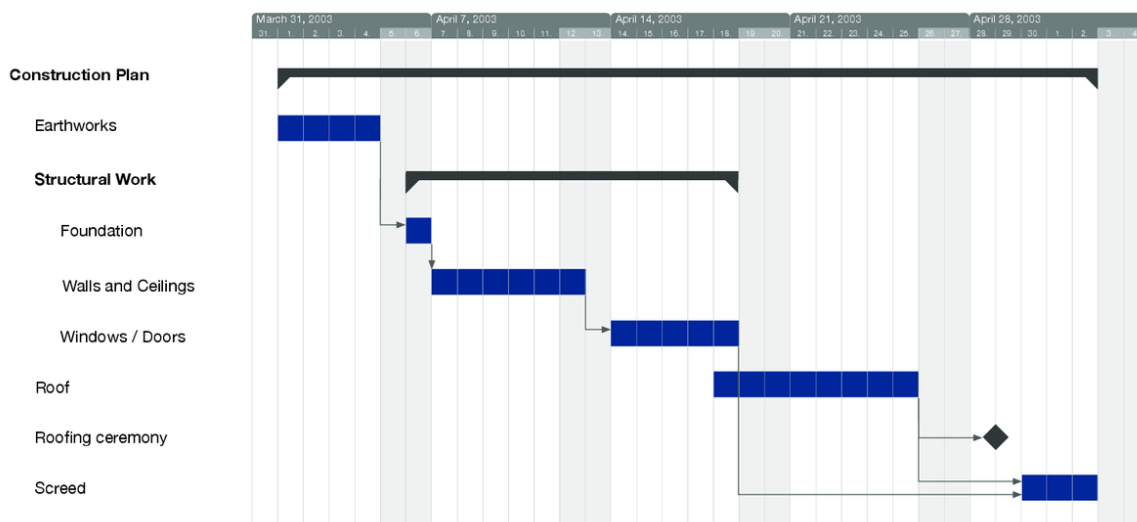
2.2.1 Čas

Z hlediska času je klíčové exaktní rozlišení toho, zda zkoumaná naměřená data představují izolované časové body, nebo časové intervaly. Časové body reprezentují zcela konkrétní a diskrétní hodnoty na časové ose, které nemají absolutně žádnou dobu trvání. V analytické praxi jsou využívány k zaznamenání jedinečných událostí, které nastaly v přesně definovaný moment. Typickým příkladem je záznam přesného času konkrétní finanční transakce na burze nebo exaktní okamžik jednorázového lékařského měření, k jejichž zobrazení se zpravidla využívá jednoduchý bodový graf (Obrázek 1), jenž tyto události mapuje jako izolované diskrétní symboly v souřadnicovém systému.



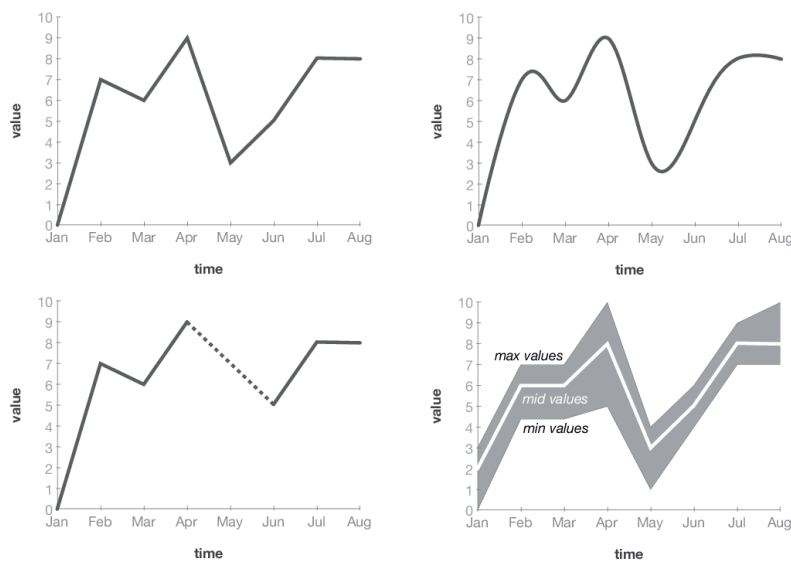
Obrázek 1 Bodový graf

Naopak časové intervaly disponují jasně ohraničenou dobou trvání a pokrývají specifický úsek mezi svým počátkem a koncem. Intervaly jsou naprosto stěžejní pro zaznamenávání procesů nebo stavů vyžadujících plynutí času, jako je například celková doba trvání léčebné terapie u pacienta nebo plnění konkrétního úkolu v rámci projektového řízení. Klasickým a vysoce efektivním příkladem vizualizace, která je primárně optimalizována pro zobrazení časových intervalů, je Ganttův diagram (Obrázek 2), jenž délku trvání jednotlivých projektových fází reprezentuje prostřednictvím horizontálních pruhů zasazených do časové osy.



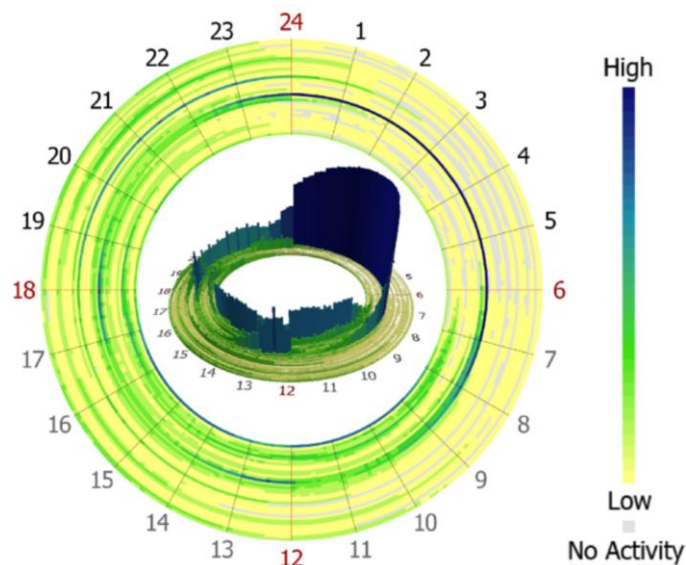
Obrázek 2 Ganttův diagram

Druhým, neméně důležitým hlediskem uspořádání časové osy je topologie časového průběhu, v jejímž rámci se striktně rozlišuje mezi lineárním a cyklickým pojetím času. Lineární časový průběh je definován jako jednosměrný, přísně sekvenční a nevratný tok událostí, který plynule směřuje z minulosti přes přítomnost do budoucnosti. V tomto modelu zaujímá každá zaznamenaná hodnota svou unikátní chronologickou pozici. Lineární vizualizace jsou ideální pro identifikaci dlouhodobých historických trendů či celkového nárůstu a poklesu dat v průběhu let. Ukázkovou vizualizační technikou pro toto uspořádání je standardní spojnicový graf (Obrázek 3), který se běžně využívá například pro znázornění dlouhodobého lineárního vývoje cen komodit či historického nárůstu průměrných globálních teplot.



Obrázek 3 Spojnicový graf

Naproti tomu cyklické uspořádání času akcentuje periodické opakování jevů v pravidelných smyčkách. Cyklický čas vychází z premisy, že mnoho reálných procesů je silně vázáno na opakující se fáze, jako jsou roční období, měsíce v roce či jednotlivé dny v týdnu. Vizualizační metody zaměřené na cyklický čas slouží primárně k odhalování skrytých vzorců chování a opakujících se sezónních fluktuací, které v běžném lineárním grafu zanikají. Příkladem pokročilé vizualizace pro cyklický čas je spirálový graf (Obrázek 4) nebo technika SpiraClock, jež integruje události do podoby spirály umístěné uvnitř ciferníku, což se v analytické praxi s úspěchem využívá například při detekci pravidelných denních anomálií v síťovém provozu serverů nebo při analýze periodických meteorologických jevů.



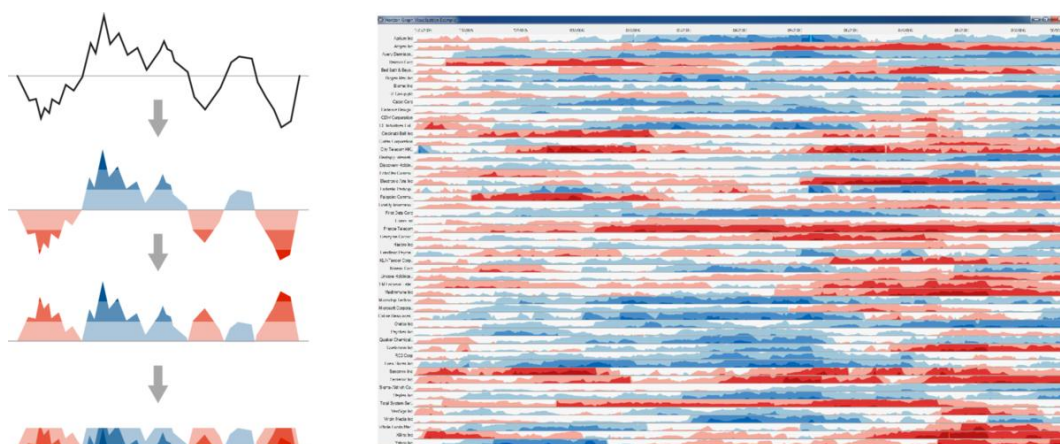
Obrázek 4 Spirálový graf

2.2.2 Data

Druhým klíčovým rozměrem klasifikace vizualizačních metod je charakteristika samotných analyzovaných dat. Zatímco časový rozměr definuje strukturu časové osy, datový aspekt se zaměřuje na vlastnosti proměnných, které jsou na tuto časovou osu navázány, a na prostředí, ve kterém jsou reprezentovány. V rámci datové dimenze se klasifikaci přikládá význam primárně na základě počtu sledovaných proměnných a podle povahy souřadnicového systému, v němž vizualizace probíhá.

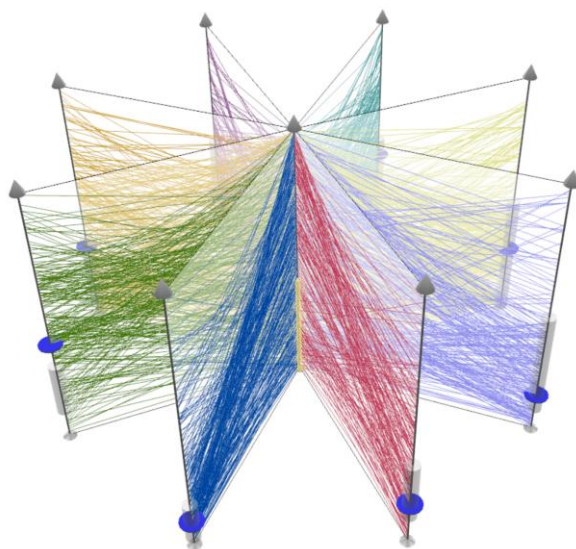
Z hlediska počtu sledovaných proměnných se rozlišuje zobrazení jedné proměnné vůči zobrazení více proměnných současně. Při analýze jediné závislé proměnné je pozornost věnována výhradně časovému vývoji jedné konkrétní veličiny. Tento přístup umožňuje detailní a přehledné zachycení trendů, výkyvů či extrémních hodnot daného jevu bez rizika vizuálního přetížení. Tradičním a v odborné literatuře široce uváděným příkladem vizualizace jedné proměnné je klasický sloupcový graf nebo pokročilejší horizontový graf (

Obrázek 5), který dokáže velmi úsporně zobrazit vývoj jedné souvislé časové řady rozdělením a vrstvením datových pásem.



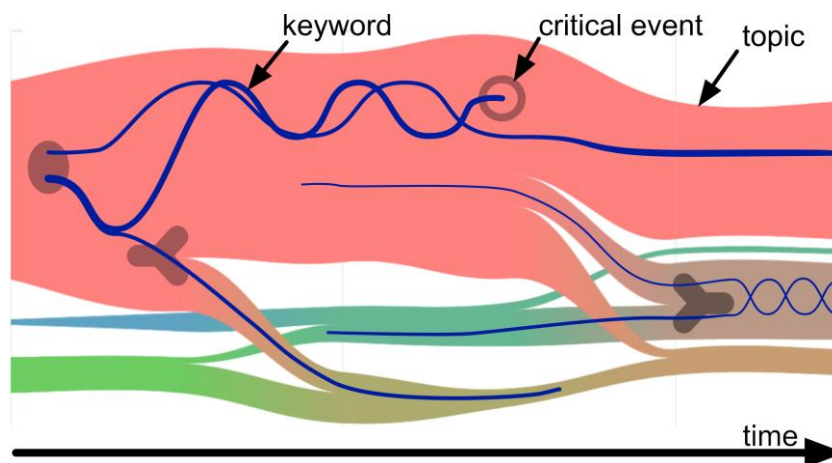
Obrázek 5 Horizontový graf

Naopak při práci s více proměnnými současně je cílem odhalit nejen individuální vývoj jednotlivých veličin v čase, ale především jejich vzájemné korelace, závislosti a komplexní vzorce chování. Vizualizace více proměnných naráží na limity zobrazovací plochy, a vyžaduje proto pokročilé grafické konstrukce. Typickým reprezentativním příkladem z oblasti vizualizací s více proměnnými je technika TimeWheel (Obrázek 6), která umístí časovou osu do středu kruhového uspořádání a jednotlivé proměnné zobrazuje na paprscitě rozvržených osách, což umožňuje sledovat vztahy mezi mnoha proměnnými v celém průběhu času.



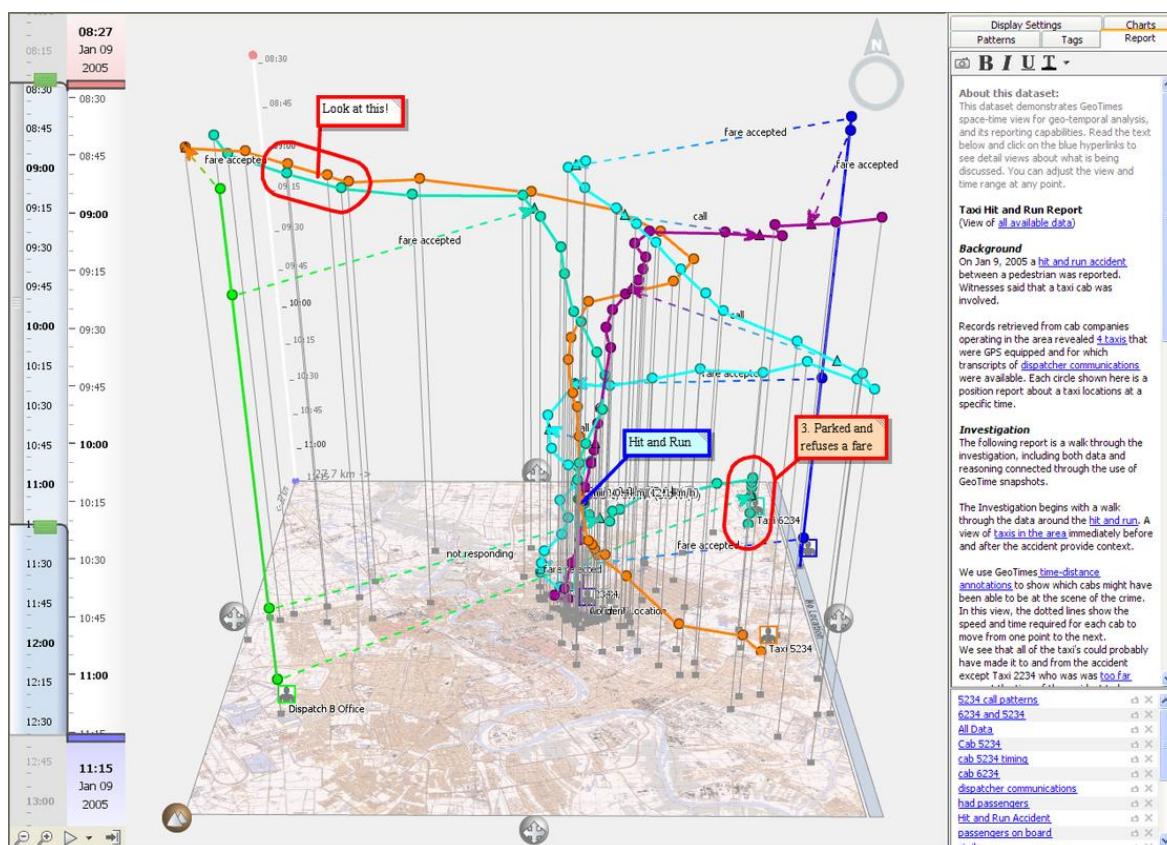
Obrázek 6 Technika TimeWheel

Druhým fundamentálním hlediskem datového rozměru je charakter souřadnicového systému, který může být buď abstraktní, nebo prostorový. Abstraktní systém souřadnic využívají data, jež nemají žádnou přirozenou vazbu na geografické lokace. Geometrický prostor ve vizualizaci je v takovém případě použit pouze jako arbitrární nástroj pro grafické zakódování hodnot proměnných a času, přičemž pozice prvků na obrazovce neodpovídá reálným prostorovým souřadnicím. Názorným příkladem vizualizace využívající abstraktní referenční rámec je metoda ThemeRiver (Obrázek 7), jež zobrazuje měnící se tematické toky v čase jako plynulé barevné pásy, jejichž šířka reprezentuje hodnoty proměnných, aniž by byla vázána na jakékoliv geografické umístění.



Obrázek 7 Metoda ThemeRiver

Naproti tomu prostorový systém souřadnic je nezbytný pro data, jejichž podstata je přímo ukotvena v geografickém prostoru. V takovém případě musí vizualizace kromě časové dimenze respektovat také reálné geografické polohy (například zeměpisnou šířku a délku). Ukázkovým příkladem vizualizační metody pracující s prostorovým souřadnicovým systémem je technika GeoTime (Obrázek 8) také známá jako Space-Time Cube, která kombinuje dvoudimenzionální geografickou mapu v základně s vertikální časovou osou vytvářející časoprostorovou kostku, v níž lze přesně sledovat a analyzovat trajektorie a pohyb objektů napříč reálným geografickým prostorem v plynoucím čase.



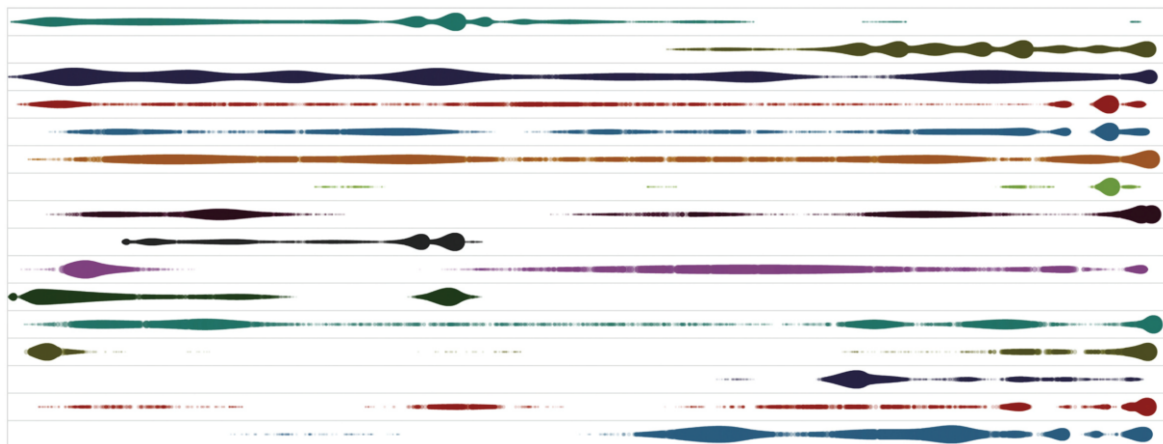
Obrázek 8 Metoda GeoTime

2.2.3 Vizuální reprezentace

Třetím pilířem klasifikace vizualizačních metod je charakter samotné vizuální reprezentace. Tento aspekt posuzuje způsob, jakým je grafický výstup prezentován uživateli, a jaké zobrazovací dimenze i kognitivní mechanismy jsou využity k přenosu časově orientované informace. V rámci tohoto rozměru se vizualizační techniky člení primárně na základě statického či dynamického kódování časové složky a podle dimenzionality použitého vizuálního prostoru na reprezentace dvoudimenzionální (2D) a třídimenzionální (3D).

Z hlediska způsobu kódování času se metody dělí na statické a dynamické reprezentace. U statických vizuálních reprezentací je celá časová osa i s příslušnými datovými řadami zobrazena kompletně naráz na neměnné zobrazovací ploše. Čas je v tomto případě přenesen do prostorových dimenzí nebo zakódován prostřednictvím vizuálních proměnných, jako je pozice, tvar či barva. Podobně definuje rozdíl mezi statickými a dynamickými metodami i Voženílek a kol. (2011). Výhodou statických reprezentací je okamžitý a trvalý přehled o celém sledovaném období, což usnadňuje porovnávání vývoje

v různých časových okamžicích bez nároků na uložení předchozích stavů do paměti uživatele. Příkladem statické vizualizace je technika Sparklines (Obrázek 9), což jsou drobné, vysoce kondenzované vizualizace integrované přímo do textu či tabelárních přehledů, které staticky shrnují celkovou vývojovou trajektorii proměnné bez nutnosti zobrazení detailních os a popisků.



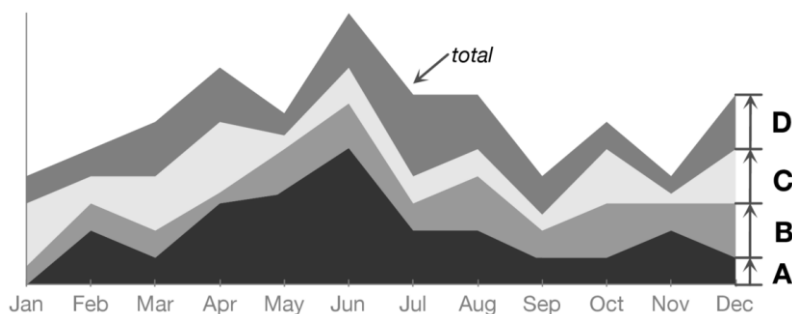
Obrázek 9 Technika Sparklines

Dynamická reprezentace ke znázornění plynutí času využívá reálné plynutí času, nejčastěji ve formě animace či interaktivní sekvence. V dynamickém režimu se zobrazené prvky plynule mění, pohybují nebo transformují v závislosti na posunu časového kurzoru. Tento přístup výrazně šetří zobrazovací plochu a je mimořádně intuitivní pro sledování kontinuálních změn v čase, avšak vzhledem k nárokům na paměť uživatele vyžaduje podporu interaktivního ovládání. Ukázkovým reprezentantem dynamické vizualizace je animovaný bodový graf (Obrázek 10), v němž jednotlivé body reprezentující sledované subjekty plynule mění svou pozici, velikost či barvu podél os v návaznosti na animovaný posun v čase.



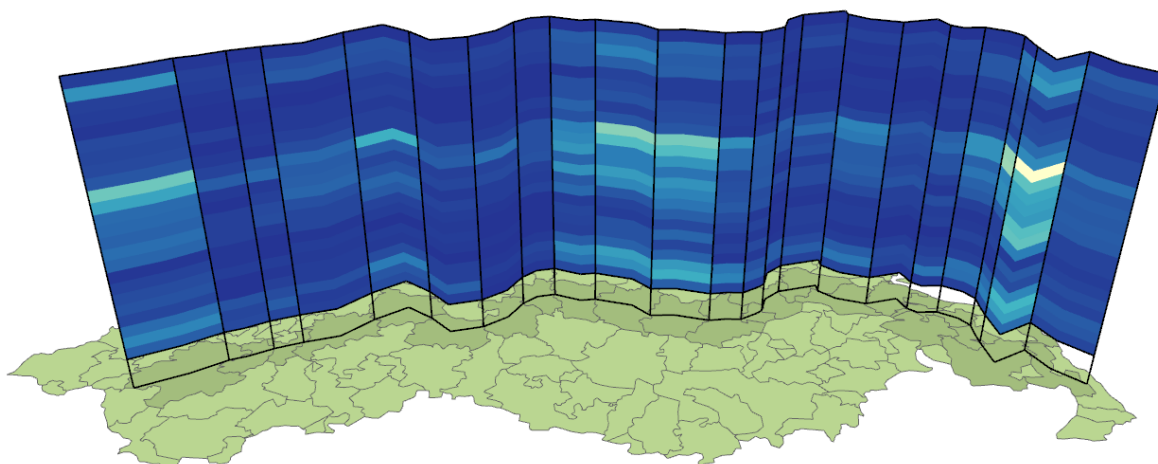
Obrázek 10 Ukázka animovaného bodového grafu

Druhým hlediskem vizuální reprezentace je dimenzionalita grafického prostoru, která rozlišuje dvoudimenzionální (2D) a třídimenzionální (3D) zobrazení. Dvoudimenzionální (2D) reprezentace využívají standardní plošné uspořádání, kde jsou všechny datové i časové osy promítnuty do dvourozměrné roviny. 2D zobrazení se vyznačují vysokou kartografickou a grafickou čitelností, minimálním rizikem optického překrývání prvků a absencí perspektivního zkreslení, což z nich dělá standardní volbu pro většinu analytických úloh. Názorným příkladem dvoudimenzionální vizualizace je metoda plošného grafu (Obrázek 11), která na 2D ploše efektivně zobrazuje vývoj proměnných v čase prostřednictvím plošných vrstev, jejichž tloušťka přesně odpovídá hodnotě dané veličiny v konkrétním časovém okamžiku.



Obrázek 11 Plošný graf

Třídimenzionální (3D) reprezentace zavádějí do zobrazení třetí prostorový rozměr. Tento rozměr navíc může sloužit k přímému zakódování časové osy, k zobrazení další proměnné, nebo k prostorovému rozbalení složitých datových struktur. Přestože 3D zobrazení přináší vyšší vizuální atraktivitu a umožňuje nahlížet na data z různých úhlů, vyžaduje pokročilé interaktivní nástroje pro navigaci a rotaci v prostoru, aby se předešlo skrytí podstatných informací za jinými datovými objekty. Příkladem třídimenzionální vizualizační techniky je Velká zeď časoprostoru (Great Wall of Space-Time), která do 3D prostoru mapuje pohyb entit přes fyzický prostor (zakódovaný jako 2D rovina v základně) a čas (zakódovaný na vertikální ose), a vizuálně tento pohyb prezentuje jako souvislou „zeď“ (Obrázek 12).



Obrázek 12 Great Wall of Space-Time

2.3 Zahraniční mobility na Univerzitě Palackého

Zahraniční mobility, chápané jako dočasné pobyty v zahraničí realizované za účelem vzdělávání, profesního rozvoje či získávání praxe, patří mezi klíčové nástroje internacionalizace vysokých škol. Umožňují výměnu zkušeností a mezinárodní spolupráci mezi univerzitami a jinými institucemi. Tento princip platí i pro Univerzitu Palackého, která nabízí tyto programy (Univerzita Palackého v Olomouci, 2026):

- Pro studenty i zaměstnance
 - Erasmus+ (European Community Action Scheme for Mobility of University Students)
 - Aurora
 - CEEPUS (Central European Exchange Programme for University Studies)
 - Fulbrightův program
- Pouze pro studenty
 - Merrillův program
 - Summer Schools in Europe
 - Czech Us European Summer School v ČR
 - Summer Programs

2.3.1 Erasmus+

Program Erasmus vznikl v roce 1987 jako iniciativa Evropské unie pro podporu mobility vysokoškolských studentů mezi univerzitami v Evropě. Jeho základním cílem bylo umožnit studentům studijní pobyt na partnerských školách v jiné zemi, tím podpořit mezinárodní spolupráci, kulturní a akademické obohacení a napomoci evropské integraci vysokoškolského vzdělávání. Postupem let se ukázalo, že mobilita studentů, kterou Erasmus umožnil, má širší potenciál, a to nejen pro vysokoškolské vzdělávání, ale i pro odbornou přípravu, výměnu pracovníků, sport či neformální vzdělávání (Evropská komise, 2025). Na základě tohoto potenciálu EU (Evropská Unie) v roce 2014 konsolidovala několik různých schémat mobility a mezinárodní spolupráce právě do jednotného rámce Erasmus+. Znak + v tomto případě znamená, že program už není jen o univerzitním studiu, ale zahrnuje široké spektrum vzdělávání, školení, mládeže, sportu a symbolizuje mnohem širší záběr a širší cílovou skupinu, než měl původní Erasmus. Financování a organizační podpora se přizpůsobily tomuto širšímu rámci, Erasmus+ pro období 2021–2027 má rozpočet 26,2 miliardy eur, což je skoro dvojnásobek oproti předchozímu rámci (Evropská komise, 2025).

2.3.2 Aurora

V kontextu internacionalizace vysokoškolského vzdělávání a rozvoje zahraničních mobilit hraje na Univerzitě Palackého v Olomouci významnou roli zapojení do evropských univerzitních sítí. Jednou z klíčových iniciativ v této oblasti je aliance Aurora, která představuje konsorcium devíti evropských univerzit s intenzivním výzkumným zaměřením. Tato síť, původně zformovaná v roce 2016, se zaměřuje na myšlenku společenského dopadu svých aktivit a dlouhodobě se angažuje v rozvoji komunit. Základní vizí aliance Aurora je využití akademických zkušeností ve vzdělávání a výzkumu k ovlivňování pozitivních společenských změn a k naplňování cílů udržitelného rozvoje. Aliance je součástí klíčové iniciativy Evropské komise s názvem „European Universities“. Cílem této iniciativy je budování dlouhodobé strukturální, strategické a udržitelné spolupráce, která

má za úkol zvýšit mezinárodní konkurenceschopnost evropských vysokoškolských institucí a propagovat evropské hodnoty a identitu. Výukové a výzkumné aktivity v rámci Aurory jsou primárně orientovány na oblasti, které reflektují největší současné výzvy pro Evropu. Vzdělávací kurzy a moduly jsou kategorizovány do čtyř klíčových domén: Udržitelnost a změna klimatu, Digitalizace a globální občanství, Zdraví a wellbeing, Identita a rozmanitost.

Kromě Univerzity Palackého v Olomouci sdružuje aliance Aurora další významné evropské instituce. Plnohodnotnými členy sítě jsou Vrije Universiteit Amsterdam (Nizozemsko), University of Iceland (Island), Universität Duisburg-Essen (Německo), Universitat Rovira i Virgili (Španělsko), Universität Innsbruck (Rakousko), Università degli Studi di Napoli Federico II (Itálie), Copenhagen Business School (Dánsko) a Université Paris-Est Créteil (Francie). Dále je do sítě zapojeno několik přidružených univerzit z dalších evropských států, jako je Severní Makedonie, Bulharsko, Slovensko a Ukrajina.

Možnosti studentských mobilit

Zapojení Univerzity Palackého v Olomouci do aliance Aurora zpřístupňuje studentům rozsáhlé možnosti pro realizaci zahraničních mobilit a participaci na mezinárodních vzdělávacích projektech. Signifikantním rysem těchto mobilit je vysoká míra flexibility a frekventovaná implementace hybridních vzdělávacích formátů, v jejichž rámci je distanční on-line výuka komplementárně doplněna o prezenční složku realizovanou přímo na půdě hostitelské zahraniční univerzity. Nabídka sítě Aurora je strukturována do několika specifických formátů mobilit, které se navzájem odlišují svou celkovou délkou, koncepcí a stanovenými požadavky na minimální počet získaných kreditů v systému ECTS (European Credit Transfer and Accumulation System). Mezi základní varianty náleží krátkodobá mobilita Aurora, jejíž délka nepřesahuje čtrnáct dní. Další možností je kombinovaný intenzivní program BIP (Blended Intensive Programme), který v sobě integruje virtuální složku s fyzickou mobilitou v rozmezí pěti až třiceti dnů a pro jehož úspěšné absolvování je obligatorní zisk minimálně tří kreditů ECTS. Obdobné časové i kreditové nároky, avšak mimo specifický organizační rámec BIP, klade na studenty takzvaná kombinovaná mobilita. Pro studenty doktorských studijních programů je vyčleněna samostatná kategorie mobilit v délce pět až třicet dnů. Stěžejním formátem pro dlouhodobější pobyty je pak semestrální mobilita Aurora, jejíž trvání je omezeno na dva až dvanáct měsíců. Základním specifikem tohoto typu mobility je absence nutnosti uzavření bilaterální smlouvy mezi zapojenými institucemi. Pro každou participující univerzitu jsou v rámci tohoto schématu alokována dvě místa ročně, přičemž akademickou podmínkou je zisk minimálně dvaceti kreditů ECTS za absolvovaný semestr. Spektrum možností uzavírají výzkumné stáže s maximální dobou trvání tří měsíců. Tento typ mobility je určen pro studenty magisterských a doktorských programů a je realizován na základě specifických výzev zaměřených na spolupráci v oblasti výzkumu. (Aurora, 2020)

2.3.3 CEEPUS

CEEPUS je střeoevropský univerzitní výměnný program, jehož cílem je podpořit spolupráci vysokých škol v regionech střední, východní a jihovýchodní Evropy. V tuto chvíli je zapojeno do programu 15 členských států: Albánie, Rakousko, Bosna a Hercegovina, Bulharsko, Chorvatsko, Česko, Maďarsko, Severní Makedonie, Moldavsko, Černá Hora, Polsko, Rumunsko, Srbsko, Slovensko a Slovinsko (Obrázek 13). Mobility probíhají především v rámci tematických či oborových sítí univerzit tzv. „networků“, které propojují univerzity z různých zemí. Za účelem koordinace programu existuje v každé členské zemi tzv. Národní kancelář NCO (National CEEPUS Office), která přijímá přihlášky, spravuje stipendia a administrativní stránku mobility. Na mezinárodní úrovni pak existuje centrální kancelář programu (Central CEEPUS Office, 2021).



Obrázek 13 Státy v programu CEEPUS

(zdroj: <https://www.ceepus.info/content/about>)

2.3.4 Fulbrightův program

Zcela specifické a vysoce prestižní postavení v rámci mezinárodní spolupráce UP zaujímá Fulbrightův program. Jedná se o stěžejní platformu česko-amerických vzdělávacích a vědeckých výměn, jejímž primárním účelem je podpora vzájemného porozumění prostřednictvím akademické a kulturní mobility. Na národní úrovni je tento program zaštiťován a administrován Komisí J. Williama Fulbrighta v České republice. Z hlediska mechanismu fungování nabízí Fulbrightova komise široké spektrum stipendijních programů, které pokrývají různé stupně akademické a profesní dráhy. Program je strukturálně otevřen pro studenty, vědce, akademické pracovníky i profesní odborníky. Pro kontext studentských mobilit, jsou nejrelevantnější stipendia určená pro studenty magisterských a doktorských studijních programů. Tato stipendia umožňují vybraným uchazečům realizovat dlouhodobé studijní a výzkumné pobyty na prestižních amerických institucích. Výběrový proces je vysoce kompetitivní a řídí se přísnými akademickými kritérii.

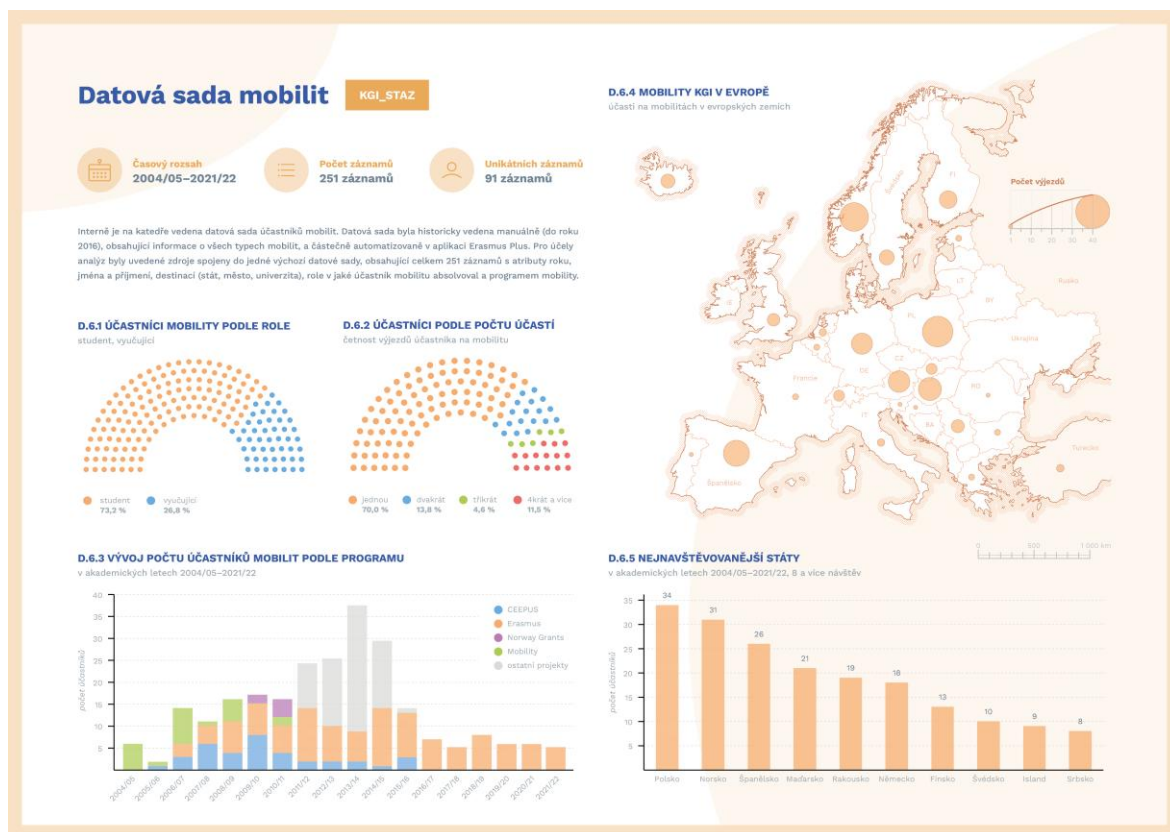
Fulbrightův program byl iniciován v roce 1946 na základě legislativního návrhu amerického senátora J. Williama Fulbrighta. Od svého založení se do tohoto prestižního schématu v celosvětovém měřítku zapojilo přibližně tři sta tisíc účastníků, přičemž každoročně je alokováno zhruba osm tisíc stipendií napříč sto padesáti pěti státy. Přestože v tehdejší Československu byly první aktivity programu zahájeny již na konci sedmdesátých let, plnohodnotná a masovější participace českých občanů byla umožněna až v důsledku geopolitických změn až po roce 1989. Samotná Komise J. Williama Fulbrighta v České republice byla formálně ustavena v roce 1991 na základě dohody mezi Československem a Spojenými státy americkými. Po rozdělení Československa byla kontinuita činnosti zajištěna novou mezinárodní dohodou, která vstoupila v platnost na podzim roku 2002. O významu tohoto programu pro český akademický prostor svědčí fakt, že v období let 1992 až 2019 podpořila komise svým stipendiem bezmála devět set šedesát českých a více než osm set osmdesát amerických stipendistů. (Komise J. Williama Fulbrighta, b. r.)

2.4 Přístupy k mapování mobility

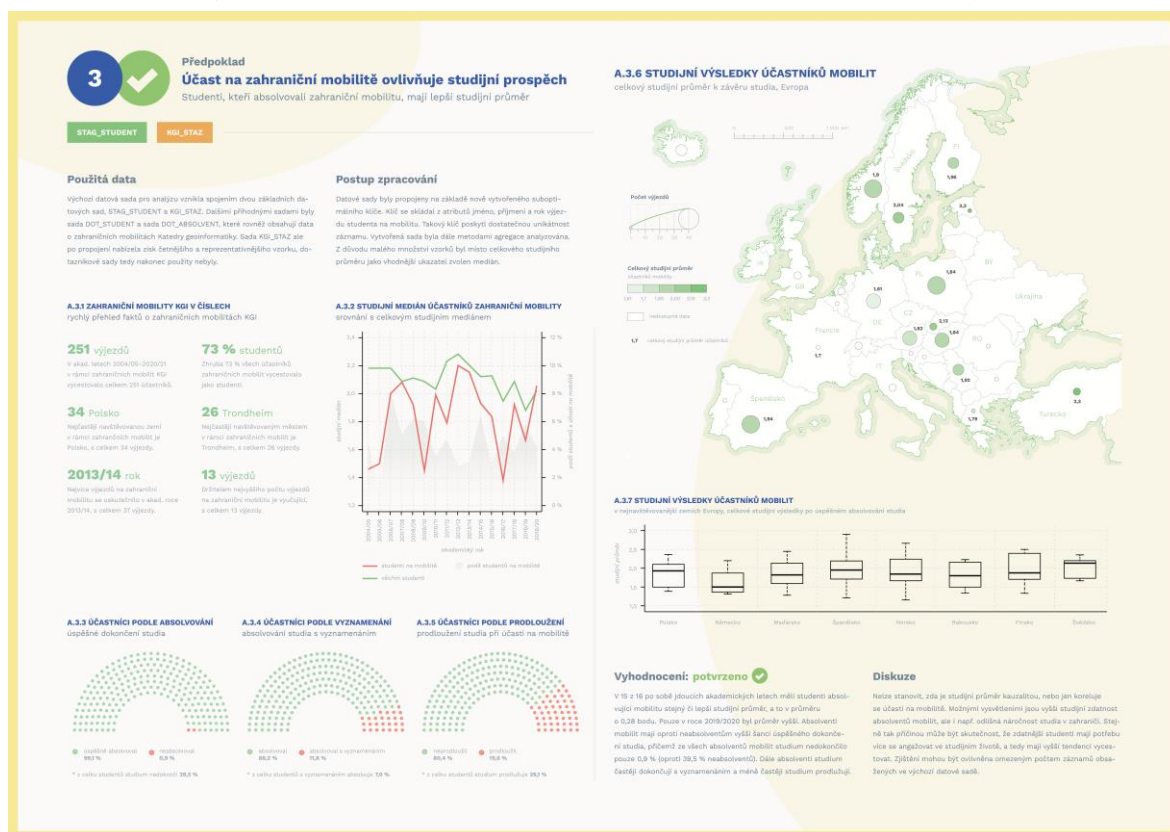
Mapování mobility je náplní různých prací a studií, které jsou vytvářeny, jak vysokými školami, tak vědeckými ústavy, které ve svých přístupech k jednotlivým studiím používají statických a dynamických metod vizualizace pohybu v čase a různých nástrojů a platform.

2.4.1 Mapování mobilit studentů katedry geoinformatiky

(Fryčák, 2022) se zabýval prací „Pokročilá analýza a vizualizace dat z dotazníkového šetření katedry geoinformatiky UP“ se zabývá komplexním zpracováním dat spjatých s chodem Katedry geoinformatiky. Cílem práce bylo provést pokročilou statistickou a prostorovou analýzu datových sad týkajících se uchazečů (Obrázek 14), studentů a absolventů a následně zjištěné poznatky vizualizovat prostřednictvím moderních nástrojů webdesignu. V teoretické a přípravné fázi autor zkompiloval existující datové zdroje a na základě expertního šetření mezi akademickými pracovníky definoval dvanáct výzkumných předpokladů, které se týkaly například vlivu zahraničních mobilit na studijní výsledky (Obrázek 15), prostorové diferenciace uchazečů či kariérního uplatnění absolventů. V praktické části byly tyto hypotézy ověřeny pomocí analytických nástrojů a výsledky byly zpracovány do podoby přehledových infografik. Klíčovým výstupem práce je interaktivní webová prezentace, která nejen zpřístupňuje výsledky analýz, ale slouží také jako propagační nástroj katedry orientovaný na potenciální uchazeče o studium.



Obrázek 14 Datová sada mobilit
(zdroj: <https://gis.upol.cz/analyza/data/data/DATA6.png>)

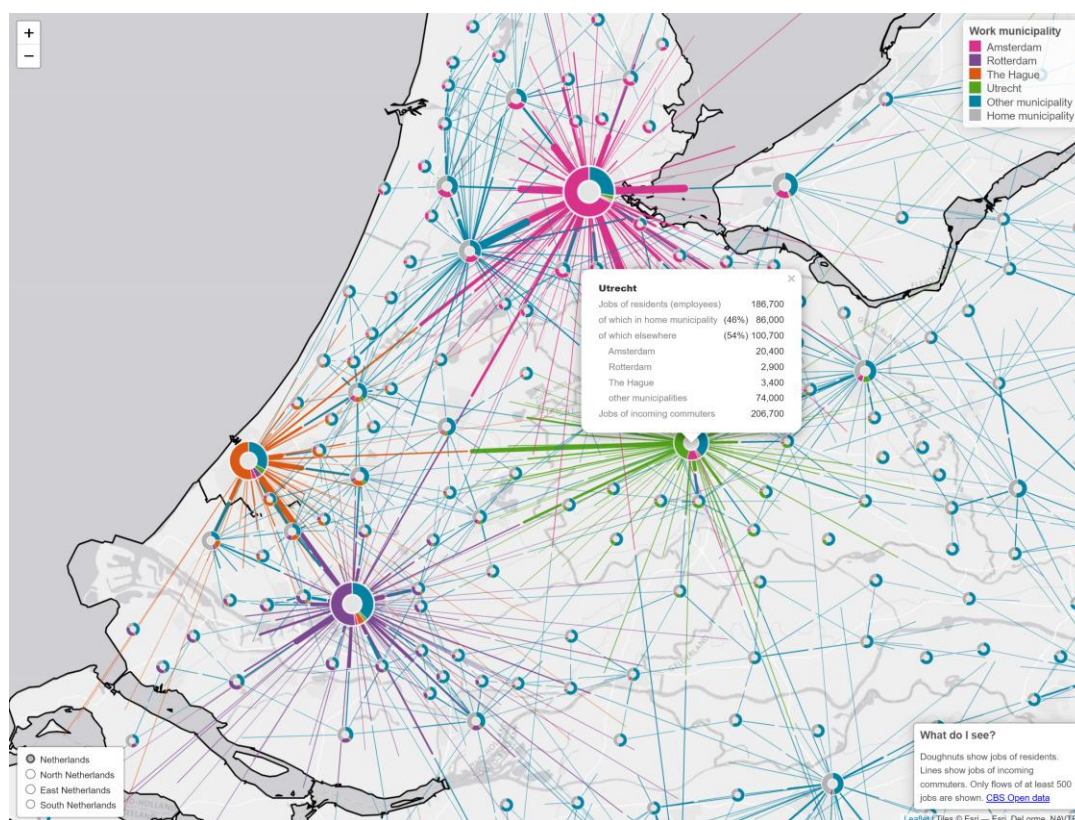


Obrázek 15 Zahraniční mobilita a prospěch
(zdroj: <https://gis.upol.cz/analyza/data/analyzy/ANALYZY3.png>)

2.4.2 Vývoj dashboardů pro data o mobilitách

Conrow a kol. (2023) se ve studii „A conceptual framework for developing dashboards for big mobility data“ zabývá problematikou efektivní prezentace a analýzy velkých dat o mobilitě. Autoři v ní reagují na rostoucí komplexitu a objem dostupných dat o pohybu, které vyžadují pokročilejší přístupy než jen standardní vizualizační metody.

Jádrem textu je návrh komplexního koncepčního rámce pro tvorbu interaktivních dashboardů (Obrázek 16). Tento rámec systematicky provází vývojáře procesem designu, přičemž klade důraz na provázanost technických parametrů dat (jako je jejich typ, objem a frekvence aktualizací) s účelem nástroje a potřebami cílové skupiny uživatelů. Cílem práce je poskytnout metodické vodítko, které umožní transformovat surová, mnohdy nepřehledná data o mobilitě do srozumitelné formy, jež usnadní pochopení trendů a podpoří rozhodovací procesy v oblastech, jako je doprava či urbanismus.

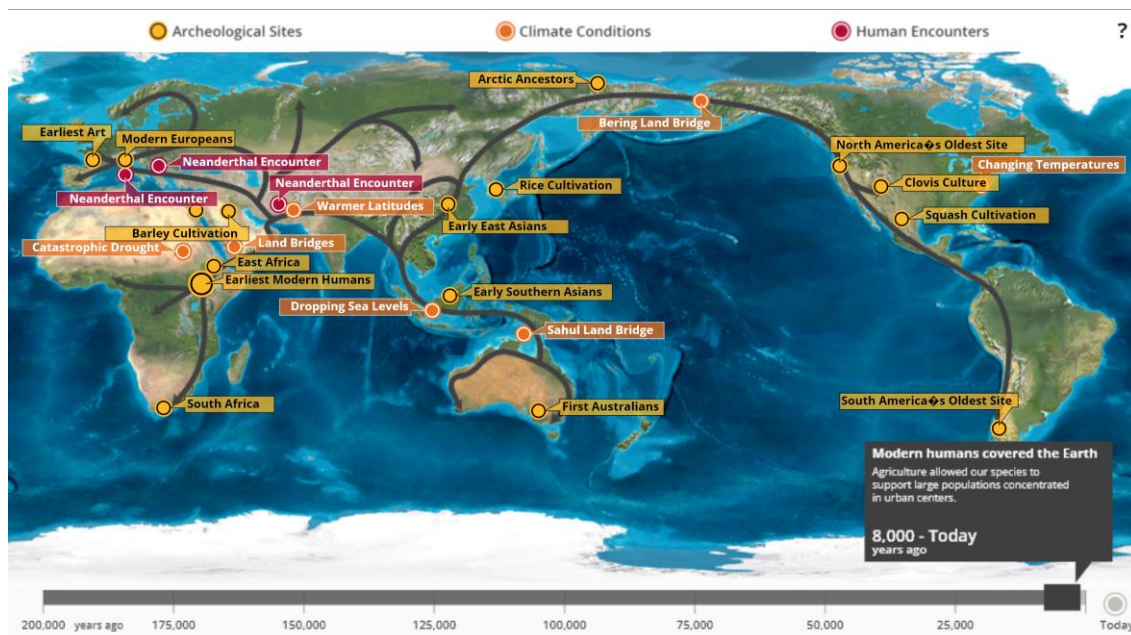


Obrázek 16 Interaktivní dashboard

(zdroj: <https://dashboards.cbs.nl/v1/commutingNL/>)

2.4.3 Interaktivní mapa osídlování planety

Interaktivní aplikace Human Odyssey Map (Obrázek 17), vyvinutá Kalifornskou akademií věd (California Academy of Sciences), představuje nástroj digitální kartografie určený k vizualizaci časoprostorové expanze druhu Homo sapiens. Tato dynamická mapa integruje multioborové datové sady zahrnující poznatky z paleoantropologie, populační genetiky a paleoklimatologie, čímž umožňuje rekonstruovat migrační trasy lidské populace v horizontu posledních 200 000 let. Platforma explicitně koriguje demografické pohyby s globálními environmentálními změnami a slouží tak jako edukační instrument pro pochopení adaptability lidského druhu a dynamiky osídlování jednotlivých kontinentů.

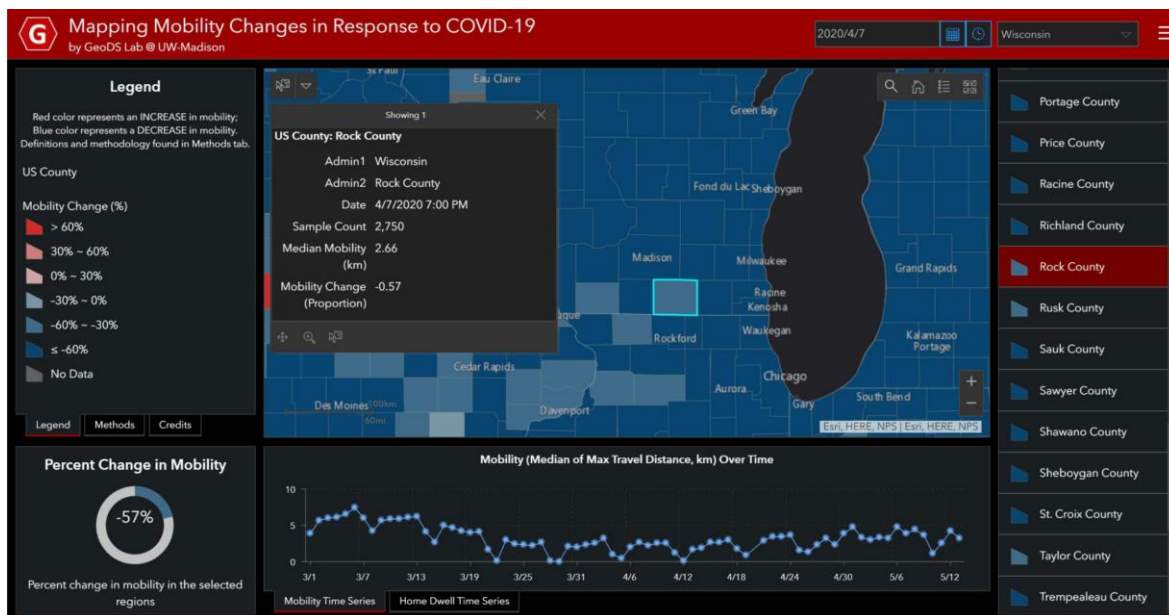


Obrázek 17 Interaktivní mapa osídlování planety

(zdroj: <https://legacy.calacademy.org/human-odyssey/map/>)

2.4.4 Využití interaktivních webových platforem a GIS pro analýzu prostorové mobility

Příkladem pokročilého přístupu k mapování časoprostorové dynamiky je studie pracoviště GeoDS Lab na University of Wisconsin-Madison, zaměřená na zkoumání změny vzorců mobility na úrovni okresů v USA během pandemie COVID-19 (Gao a kol., 2020). Autoři vyvinuli interaktivní webovou platformu v prostředí ArcGIS Dashboards, která integrovala GIS nástroje s denně aktualizovanými anonymizovanými lokačními daty z mobilních telefonů (Obrázek 18). Sledovanými indikátory byly především medián maximální cestovní vzdálenosti a doba strávená v místě bydliště. Celá architektura byla strukturována do datové, metodologické a aplikační vrstvy, což umožnilo efektivní čištění dat, jejich agregaci a následnou dynamickou vizualizaci v podobě map, datových vizualizací, časových řad a uživatelských filtrů.



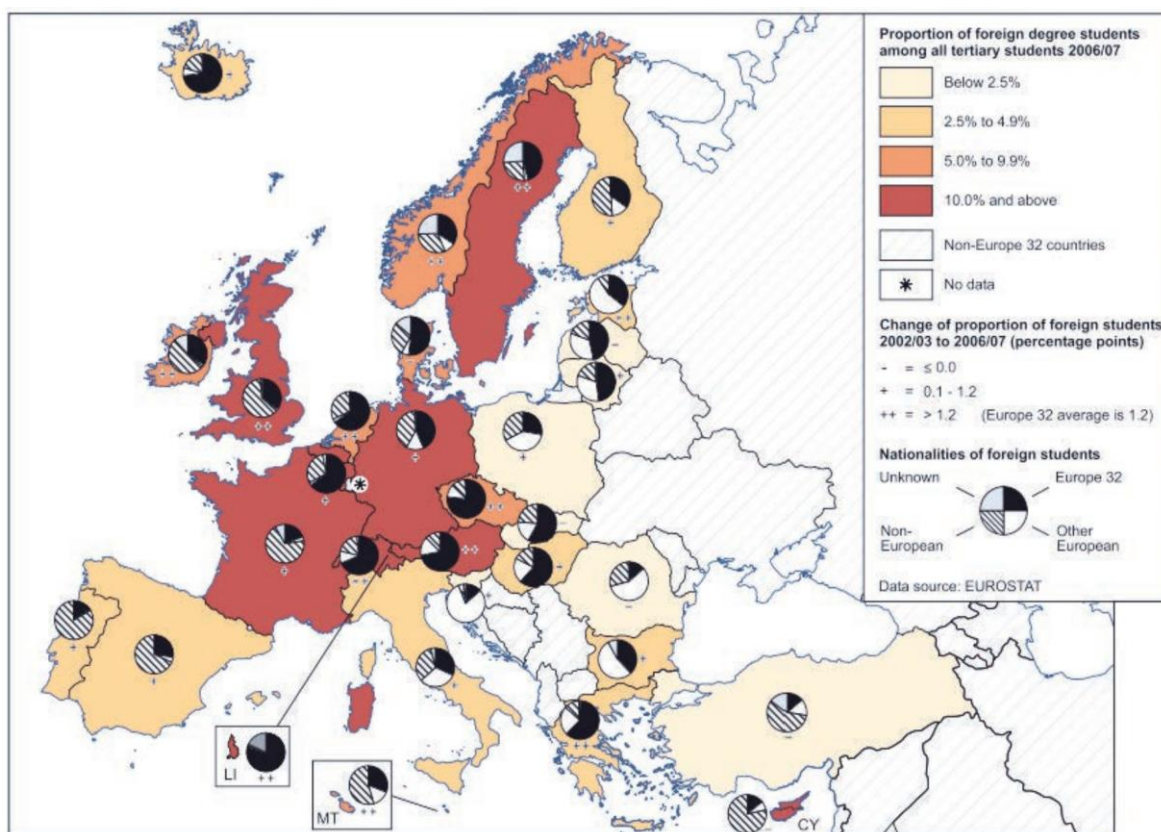
Obrázek 18 Příklad využití platformy ArcGIS pro vizualizaci časoprostorových dat
(zdroj: <https://dl.acm.org/doi/epdf/10.1145/3404820.3404824>)

2.4.5 Mapování evropské vysokoškolské mobility

Významným referenčním rámcem pro analytické i teoretické uchopení mezinárodního edukačního pohybu je evropská studie s názvem Mapping Mobility in European Higher Education (Teichler a kol., 2011), vydaná Academic Cooperation Association (ACA). Tato publikace představuje komplexní pokus o makroregionální mapování mezinárodních studentských mobilit v rámci evropského vysokoškolského prostoru. Výzkum se opíral o rozsáhlou analýzu agregovaných statistických dat z databází UNESCO, Eurostatu a OECD, doplněnou o národní výzkumy. Autoři ve studii definovali fundamentální kvantitativní ukazatele pro měření intenzity internacionalizace, zkoumali asymetrie v tocích studentů mezi jednotlivými zeměmi a identifikovali hlavní zdrojové a cílové uzly mezinárodního vzdělávacího prostoru.

Metodologická východiska citované studie poskytují argumenty pro analytické postupy aplikované v této bakalářské práci při zkoumání dat Univerzity Palackého v Olomouci. Podobně jako výzkum ACA, i tato práce přistupuje v analýze k hodnocení prostorové mobility na úrovni jednotlivých států (Obrázek 19). Výzkum ACA naznačuje, že pro posouzení mobilit je nezbytné oddělovat data o výjezdech a příjezdech studentů, neboť tyto jevy vykazují odlišné geografické i časové vzorce. Závěry studie rovněž obhajují nutnost relativizace dat vůči celkovým kapacitám studentů, což je v této bakalářské práci uplatněno na relativní ukazatel (index bilance mobilit, míra využití smluvního potenciálu či podíl výjezdů a příjezdů).

Klíčovým aspektem studie je popis a interpretace časového vývoje mobilitních toků s využitím map a datových vizualizací. Právě tento metodický přístup tvoří fundamentální součást dané studie i této bakalářské práce.



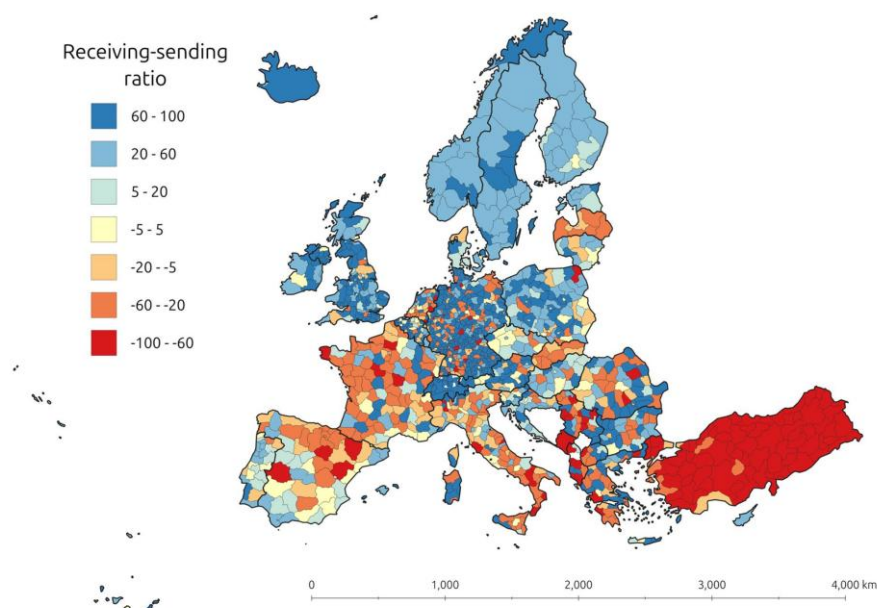
Obrázek 19 Příklad mapování mobilit

(zdroj: https://aca-secretariat.be/wp-content/uploads/2019/03/ACA_Mapping-Mobility_DokMat_Vol.69.pdf)

2.4.6 Aplikace geokódování při mapování mobility

Výzkumný tým se v práci *Mobility of Erasmus+ students in Europe: Geolocated individual and aggregate mobility flows from 2014 to 2022* (Väisänen a kol., 2025) zaměřil na transformaci textových údajů o původu a cíli více než dvou milionů účastníků programu Erasmus+ na prostorové geografické vrstvy. Pomocí open-source geokódovací služby převedli autoři do té doby čistě tabelární záznamy na prostorově ukotvená data agregovaná do regionálních administrativních jednotek. Studie tak vytvořila ucelený časoprostorový datový soubor, který umožňuje detailně sledovat dynamiku, směr a hustotu evropských mobilitních toků v devítiletém časovém horizontu.

Metodika uplatněná ve studii poskytuje přímé vědecké zdůvodnění pro analytický a technický postup zvolený v bakalářské práci. Stejně jako v citovaném evropském výzkumu bylo i při zpracování dat Univerzity Palackého v Olomouci klíčovým krokem geokódování primárních textových záznamů a jejich převod na prostorové objekty. Klíčovým přínosem výzkumu bylo systematické hodnocení časového vývoje mobilitních toků prostřednictvím mapových výstupů a prostorových vizualizací (Obrázek 20). Využití kartografických metod a datových vizualizací v časových řadách umožňuje přesně identifikovat proměny v prostorovém chování studentů, odhalit dlouhodobé trendy i výkyvy způsobené vnějšími vlivy a srovnatelně zachytit vývojovou trajektorii jednotlivých území.



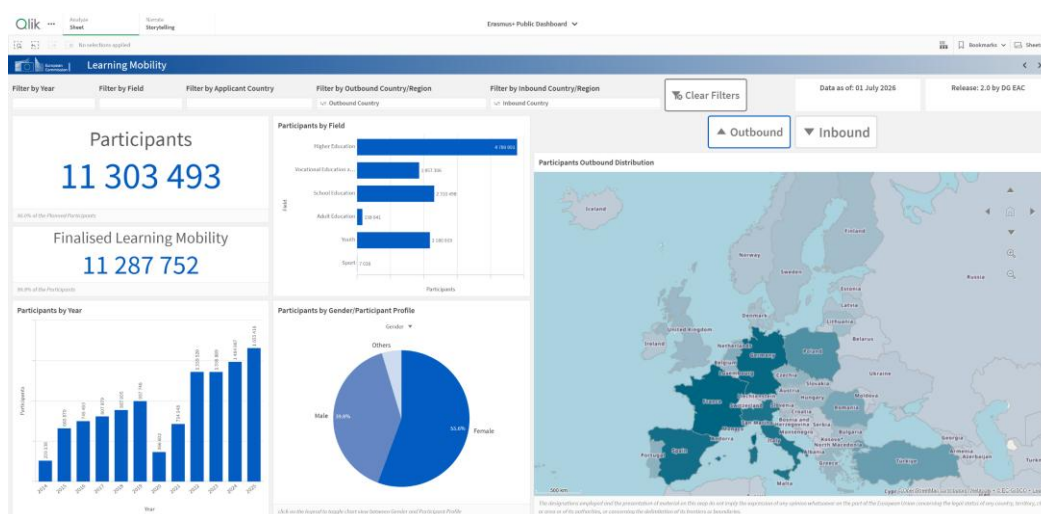
Obrázek 20 Příklad kartografického zpracování dat o mobilitách

(zdroj:

https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11933694/pdf/41597_2025_Article_4789.pdf)

2.4.7 Analytický portál Erasmus+ Public Dashboard

Oficiální datový portál Evropské komise Erasmus+ Public Dashboard (specificky modul Learning Mobility) reprezentuje příklad využití technologií veřejné prezentace dat o mobilitách. Aplikace vystavěná na platformě Qlik Sense zprostředkovává široké veřejnosti přehledný náhled na objemy, směřování a časovou dynamiku mobilitních toků (Obrázek 21). Uživatelské prostředí propojuje mapové pole s agregovanými indikátory a interaktivní grafy a diagramy. Systém je navržen tak, aby umožňoval okamžitou filtraci dat na základě zvoleného časového okna, zapojených států či jednotlivých vzdělávacích úrovní (Evropská komise, 2026).



Obrázek 21 Ukázka uživatelského rozhraní portálu Erasmus+ Public Dashboard

(zdroj: <https://webgate.ec.europa.eu/eacdashboard/sense/app/c553d9e9-c805-4f7a-90e4-103bd1658077/sheet/4befabf9-d9bb-455f-969b-00dda5fa65ad/state/analysis>)

3 METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ

3.1 Použité metody

K získání co nejpřesnějších geografických souřadnic jednotlivých záznamů bylo použito geokódování, což je proces transformace textového popisu lokace (například poštovní adresy, názvu instituce, města nebo státu) na absolutní geografické souřadnice (typicky zeměpisnou šířku a délku), které definují přesnou polohu daného objektu na zemském povrchu. Tento převod představuje klíčový metodologický krok pro umožnění následného prostorového mapování a vizualizace.

Pro vizualizaci a interpretaci ukazatelů v dashboardu a statických výstupech byly zvoleny specifické kartografické a jiné vizualizační metody v souladu s pravidly tematické kartografie.

Metoda bodových znaků

V interaktivním dashboardu použita metoda bodových znaků. Tato metoda patří k základním způsobům znázornění prostorových jevů a v tomto případě slouží k lokalizaci jednotlivých výjezdů, příjezdů a smluv s partnerskými institucemi. Zároveň slouží také pro vyjádření kategorie nejistoty lokalizace těchto znaků pomocí změny struktury znaku.

Metoda shlukování bodů (clustering)

Aby se zabránilo vizuálnímu přeplnění mapy v oblastech s vysokou koncentrací záznamů, byla v dashboardu použita metoda shlukování (clustering). Tento přístup dynamicky agreguje blízké body do jednoho většího symbolu na základě aktuálního měřítka, čímž zachovává čitelnost mapy i při velkém bodu.

Metoda pseudokartogramu

Ve statických výstupech byla použita metoda pseudokartogramu. Pseudokartogram je metoda, která plošně znázorňuje relativní hodnoty jevu uvnitř určitých územních celků (např. států). V této práci sloužil pseudokartogram k znázornění ukazatelů indexu bilance mobility a využití smluvního potenciálu pro jednotlivé státy.

Metoda strukturního kruhového kartodiagramu

K znázornění počtu a fakultní struktury výjezdů a příjezdů byla použita metoda strukturálního kartodiagramu. Tato varianta kartodiagramu umožňuje efektivně zobrazit nejen počet studentů, ale i vnitřní rozložení jevu, v tomto případě fakultu, na které student studuje či na kterou přijel.

Datové vizualizace

Součástí zpracování byly také různé vizualizace dat, které doplnily mapové výstupy jak v dashboardu, tak ve statických výstupech. V dashboardu byl použit kruhový (výsečový) graf. Tento typ grafu je ideální pro znázornění poměrného zastoupení jednotlivých kategorií v celku a při interakci s grafem je možné vyčíst i absolutní hodnoty. V této práci vizualizuje fakultní strukturu výjezdů a příjezdů, typ studia, typ výjezdu a příjezdu, žádost o kolej, typ mobility, kódy financování.

K zobrazení věku studenta byl použit histogram s vyznačenou průměrnou hodnotou a mediánem. Histogram graficky znázorňuje distribuci (rozložení četnosti) spojitě proměnné (věku), díky čemuž je možné snadno identifikovat, v jakém věkovém rozmezí se nachází nejvíce studentů.

Ve statických výstupech byly použity další druhy grafů. Pro srovnání celkového počtu výjezdů a příjezdů za akademické roky byl použit sloupcový graf. Tento graf byl vhodný pro srovnání absolutních hodnot. Dynamiku vývoje indexu bilance mobility a míry využití smluvního potenciálu pro celý svět a každý kontinent za stejné časové období ilustrují spojnicové grafy. Spojnicový graf je optimální pro zobrazení změn hodnot v čase, což umožňuje sledovat, jak se ukazatele vyvíjely ve sledovaném období. Index bilance mobility byl zároveň doplněn o linii trendu.

Podíl výjezdů a příjezdů každé fakulty či celé univerzity za časové období byl znázorněn pomocí plošného grafu.

3.2 Použitá data

Vstupní data byla poskytnuta Univerzitou Palackého v Olomouci. Data o výjezdech a příjezdech pochází z informačního systému IS/STAG. Data o smlouvách s partnerskými institucemi pochází ze systému Mobility UP. Veškeré záznamy studentů byly před zpracováním anonymizovány vedoucím práce, čímž byla zajištěna shoda s nařízením GDPR (General Data Protection Regulation) o ochraně osobních údajů.

Pro tvorbu statických výstupů tyto primární tabelární údaje doplnit o odpovídající prostorovou složku. K prostorové reprezentaci cílových a zdrojových destinací na mezinárodní úrovni byla využita vektorová polygonová vrstva s názvem „World Countries“, která byla získána z globálního úložiště geografických dat ArcGIS Hub. Využití standardizované a udržované sady z prostředí ArcGIS Hub jednak zajišťuje vysokou geometrickou a topologickou přesnost hranic suverénních států. Tímto rozhodnutím byla eliminována potenciální rizika např. vzniku topologických chyb. Vedle samotné geometrie polygonů, jež reprezentují jednotlivé státy, obsahuje tato datová sada z ArcGIS Hub rovněž klíčový atribut definující příslušnost každého státu k odpovídajícímu kontinentu. Přítomnost tohoto geografického identifikátoru přímo v primární struktuře dat má pro celou práci zásadní analytický význam. Využití existujícího a standardizovaného atributu umožňuje exaktní agregaci prostorových dat do vyšších geografických celků. Tento princip byl následně nezbytný pro realizaci datových vizualizací. Z hlediska kartografického zpracování a celkové vizuální estetiky statických výstupů bylo pro označování jednotlivých států v mapovém poli zvoleno třípísmenné kódování, které striktně vychází z mezinárodní normy ISO 3166-1 alpha-3. Implementace tohoto standardu je zdůvodněna především požadavkem na vysokou přehlednost, čitelnost a eliminaci nežádoucího vizuálního šumu v mapách.

3.3 Použité programy

Úvodní filtrace a tabelární zpracování dat probíhaly v prostředí Microsoft Excel. Pro technickou realizaci geokódování bylo vybrána služba Google Geocoding API v rámci platformy Google Maps Platform. Při vývoji skriptu pro hromadné zpracování dat byla využita umělá inteligence Gemini 3.1 Pro, která napomohla k efektivnějšímu ošetření chyb ve skriptu. Hlavním nástrojem pro vytvoření interaktivního dashboardu se stala platforma ArcGIS Online a její nástroj Experience Builder. Pro přípravu datových vrstev a tvorbu

statických mapových příloh byla využita desktopová aplikace ArcGIS Pro ve verzi 3.6.3. Na tvorbu diagramu výsledku geokódování byla využita webová aplikace Flourish. Tvorba posteru a datových vizualizací či jiných grafických prvků byla realizována v desktopové aplikaci Affinity.

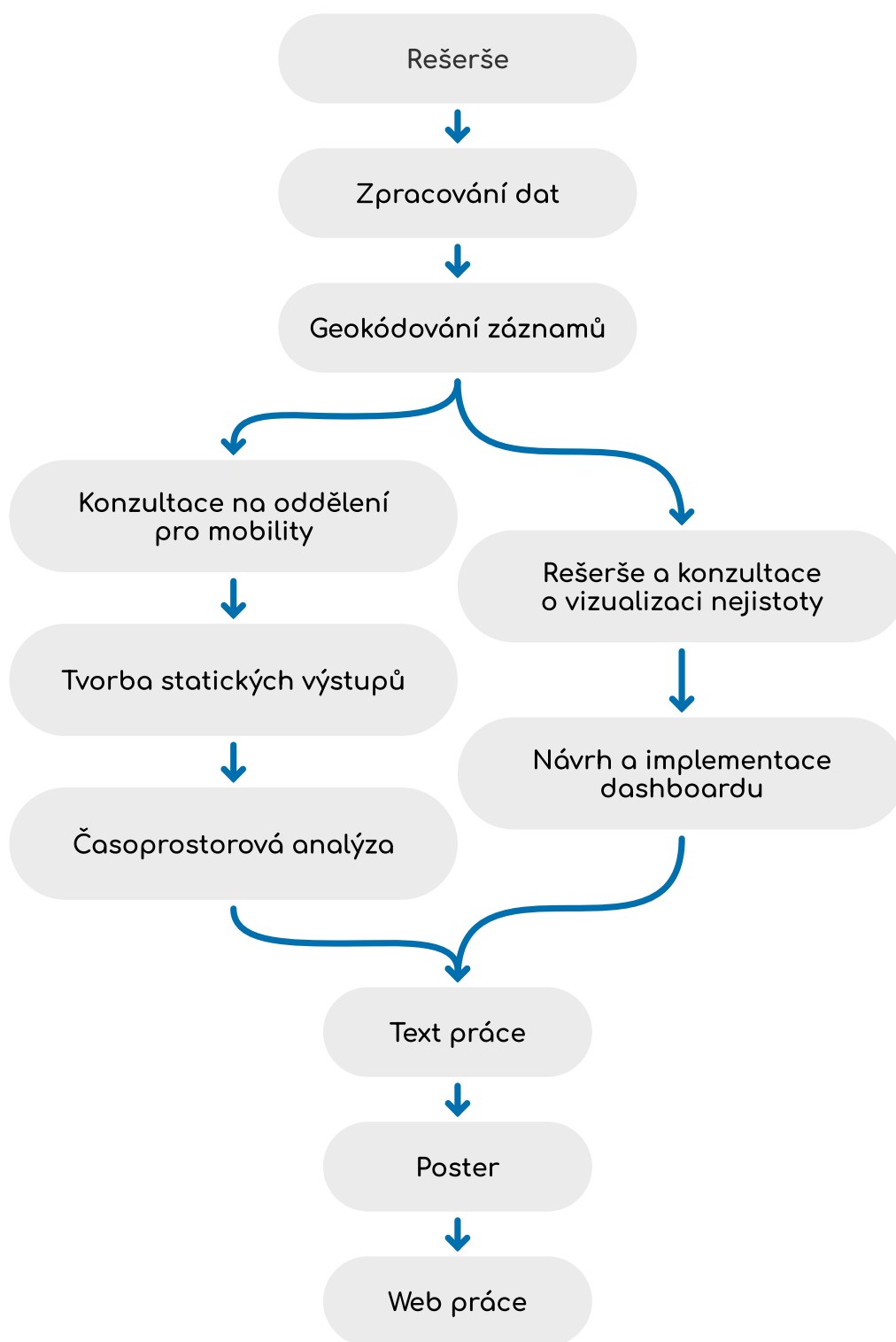
3.4 Postup zpracování

Metodologický postup řešení bakalářské práce reflektuje jednotlivé fáze zpracování vizualizované ve schématu postupu práce (Obrázek 22). Vstupní data o výjezdech, příjezdech z univerzitního informačního systému IS/STAG a smlouvy s partnerskými institucemi z Mobility UP a byla předána vedoucím práce ve formátu XLSX. Veškeré záznamy byly před samotným předáním důsledně anonymizovány v souladu s nařízením GDPR.

Pro prostorové ukotvení dat bylo na základě komparace zvoleno rozhraní Google Geocoding API, které garantovalo vysokou spolehlivost a globální pokrytí při identifikaci zahraničních institucí. Míra přesnosti lokalizace byla systematicky kategorizována z původních kategorií do tří úrovní, což umožnilo kartograficky transparentní znázornění nejistoty v mapovém poli.

Po dokončení prostorové přípravy dat probíhal vývoj práce ve dvou vzájemně se doplňujících větvích. Na jedné straně byl zahájen návrh a technická implementace interaktivního webového dashboardu v prostředí ArcGIS Online (pomocí nástroje Experience Builder). Současně proběhla konzultace s pracovníky Oddělení pro mobility Univerzity Palackého v Olomouci. Tento konzultační krok byl metodicky nezbytný, neboť umožnil identifikovat reálné potřeby uživatelů a na jejich základě vybrat nejrelevantnější tematické okruhy a analytické indikátory (index bilance či míru využití smluvního potenciálu).

Na základě definovaných požadavků a připravených datových vrstev následovala tvorba ucelené sady statických kartografických výstupů. Tyto statické kompozice posloužily jako přehledný a syntetický podklad pro provedení vlastní časoprostorové analýzy, která zhodnotila vývojové trendy i dopady vnějších činitelů na zahraniční mobility. Po interpretaci zjištěných poznatků byl zkompletován a stylisticky dokončen samotný text bakalářské práce. Závěrečná fáze celého postupu byla věnována prezentaci a zpřístupnění výsledků. Nejprve byl graficky zpracován poster shrnující hlavní přínosy práce a následně byl vytvořen dedikovaný web práce, který slouží jako veřejně přístupná platforma integrující dostupné materiály související s bakalářskou prací.



Obrázek 22 Postup práce

4 ZPRACOVÁNÍ DAT

4.1 Data

Data o výjezdech a příjezdech pochází z univerzitního systému IS/STAG, kdežto data o smlouvách s partnerskými institucemi pochází z Mobility UP. Datová sada obsahuje tři soubory. První soubor s názvem Výjezdy, obsahuje údaje o univerzitních výjezdech studentů univerzity v průběhu let. Druhý soubor s názvem Příjezdy obsahuje údaje o příjezdech zahraničních studentů na UP. Třetí soubor s názvem Smlouvy obsahuje údaje o uzavřených smlouvách na základě, kterých UP spolupracuje se zahraničními institucemi. Před obdržení dat byly citlivé informace o osobách anonymizovány vedoucím práce, tak aby byly v souladu s GDPR.

- Soubor Výjezdy ve formátu XLSX obsahuje 15 818 řádků a 43 sloupců
- Soubor Příjezdy ve formátu XLSX obsahuje 8 145 řádků a 21 sloupců
- Soubor Smlouvy ve formátu XLSX obsahuje 1839 řádků a 11 sloupců

4.2 Geokódování dat

V úvodní fázi procesu geokódování byl k analýze a zpracování dat zvažován nástroj Geocoding Google Spreadsheets od přispěvatele Riccardo z blogu Digital geography. Od tohoto postupu však bylo upuštěno z důvodu nízkého limitu pro zpracování záznamů, který umožňoval geokódování pouze v řádu desítek, maximálně stovek položek. Vzhledem k rozsahu použitého datového souboru, který čítal desítky tisíc záznamů, byla tato metoda vyhodnocena jako neproveditelná. Následně bylo přistoupeno k testování rozhraní Google Geocoding API (Obrázek 23).

```

{
  "long_name": "Olomouc 9",
  "short_name": "Olomouc 9",
  "types": [
    "postal_town"
  ]
},
{
  "long_name": "Olomouc",
  "short_name": "Olomouc",
  "types": [
    "administrative_area_level_2",
    "political"
  ]
},
{
  "long_name": "Olomoucký kraj",
  "short_name": "Olomoucký kraj",
  "types": [
    "administrative_area_level_1",
    "political"
  ]
},
{
  "long_name": "Česko",
  "short_name": "CZ",
  "types": [
    "country",
    "political"
  ]
},
{
  "long_name": "779 00",
  "short_name": "779 00",
  "types": [
    "postal_code"
  ]
}
],
"formatted_address": "17. listopadu 710/50, 779 00 Olomouc-Olomouc 9, Česko",
"geometry": {
  "location": {
    "lat": 49.5938851,
    "lng": 17.265256
  }
}

```

Obrázek 23 Kód odpovědi serveru na dotaz adresy

V první fázi testování však nebylo dosaženo uspokojivých výsledků stran přesnosti, neboť nebyly identifikovány mechanismy pro extrakci dat o kvalitě geokódování jednotlivých záznamů.

Na základě konzultace tohoto problému byl prověřen software HERE Maps. Přestože tento nástroj umožnil technické zpracování celého objemu poskytnutých dat, přesnost výstupů byla v oficiální dokumentaci definována příliš vágně. Aplikace tohoto řešení na daný datový soubor byla navíc shledána jako neúměrně technicky a informačně náročná.

Z výše uvedených důvodů byl opětovně analyzován nástroj Geocoding API v platformě Google Maps Platform. Při detailnějším studiu byla nalezena funkčnost umožňující identifikaci přesnosti geokódovaných záznamů (Obrázek 24), čímž byly splněny základní požadavky kladené na zpracování dat. Rozhodnutím o trvalém využití tohoto rozhraní byly pro každý záznam získány souřadnice v osách X a Y a současně byl identifikován stupeň přesnosti geokódované lokace.

```

"navigation_points": [
  {
    "location": {
      "latitude": 49.5938397,
      "longitude": 17.265705
    },
    "restricted_travel_modes": [
      "WALK"
    ]
  },
  {
    "location": {
      "latitude": 49.5939759,
      "longitude": 17.2653357
    },
    "restricted_travel_modes": [
      "DRIVE"
    ]
  }
],
"partial_match": true,
"place_id": "ChIJA-2gLI90EkRyQ60IFNqA1A",
"plus_code": {
  "compound_code": "H7V8+H4 Olomouc, Česko",
  "global_code": "8FXVH7V8+H4"
},
"types": [
  "establishment",
  "point_of_interest"
]
},
"status": "OK"
}

```

Obrázek 24 Kód typu lokalizace

V závěrečné fázi bylo datům přiřazeno celkem 23 unikátních typů přesnosti. Tyto typy přesnosti byly následně agregovány do tří hlavních kategorií, které byly jednotlivým záznamům finálně přiřazeny v závislosti na přesnosti jejich geokódování (Obrázek 26). Záznamy, u nichž nebylo možné provést úspěšnou prostorovou lokalizaci, nebyla zahrnuta do finálních vizualizačních a analytických výstupů. Význam jednotlivých typů byl určen podle dokumentace Developer Guides v3 (Obrázek 25).

The screenshot shows the Google Maps Platform Developer Guides v3 documentation page. The left sidebar contains a navigation menu with sections like 'Maps Geocoding API', 'Setup', 'Developer Guides v3', and 'Developer Guides v4'. The main content area displays a table of address types and their descriptions.

Address Type	Description
street_address	A precise street address.
route	A named route (such as "US 101").
intersection	A major intersection, usually of two major roads.
political	A political entity. Usually, this type indicates a polygon of some civil administration.
country	The national political entity, and is typically the highest order type returned by the Geocoder.
administrative_area_level_1	A first-order civil entity below the country level. Within the United States, these administrative levels are states. Not all nations exhibit these administrative levels. In most cases, <code>administrative_area_level_1</code> short names will closely match ISO 3166-2 subdivisions and other widely circulated lists; however this is not guaranteed as our geocoding results are based on a variety of signals and location data.
administrative_area_level_2	A second-order civil entity below the country level. Within the United States, these administrative levels are counties. Not all nations exhibit these administrative levels.
administrative_area_level_3	A third-order civil entity below the country level. This type indicates a minor civil division. Not all nations exhibit these administrative levels.
administrative_area_level_4	A fourth-order civil entity below the country level. This type indicates a minor civil division. Not all nations exhibit these administrative levels.
administrative_area_level_5	A fifth-order civil entity below the country level. This type indicates a minor civil division. Not all nations exhibit these administrative levels.
administrative_area_level_6	A sixth-order civil entity below the country level. This type indicates a minor civil division. Not all nations exhibit these administrative levels.
administrative_area_level_7	A seventh-order civil entity below the country level. This type indicates a minor civil division. Not all nations exhibit these administrative levels.
colloquial_area	A commonly-used alternative name for the entity.
locality	An incorporated city or town political entity.
sublocality	A first-order civil entity below a locality. For some locations may receive one of the additional types: <code>sublocality_level_1</code> to <code>sublocality_level_5</code> . Each sublocality level is a civil entity. Larger numbers indicate a smaller geographic area.
neighborhood	A named neighborhood.
premise	A named location, usually a building or collection of buildings with a common name.
subpremise	An addressable entity below the premise level, such as an apartment, unit, or suite.
plus_code	An encoded location reference, derived from latitude and longitude. Plus codes can be used as a replacement for street addresses in places where they do not exist (where buildings are not numbered or streets are not named). See https://plus.codes for details.

Obrázek 25 Příklady označení typů v dokumentaci Developer Guides v3

Nejvyšší přesnost lokalizace je určena od konkrétního místa až po čtvrt' města. V této kategorii jsou obsaženy následující typy:

- establishment
- hospital
- intersection
- local_government_office
- museum
- point_of_interest
- premise
- route
- school
- sublocality_level_1
- sublocality_level_2
- subpremise
- university

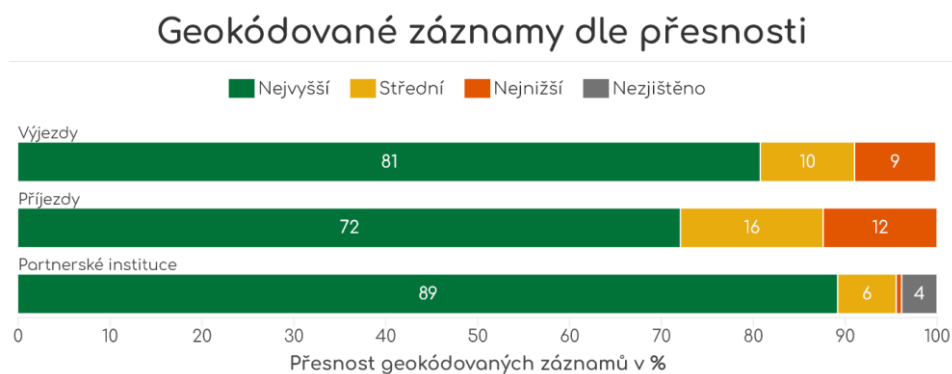
Střední přesnost lokalizace je určena od části města až po město. V této kategorii jsou obsaženy následující typy:

- colloquial_area
- natural_feature
- neighborhood
- locality

Nejnižší přesnost lokalizace je určena od regionu až po kontinent. V této kategorii jsou obsaženy následující typy:

- administrative_area_level_1

- administrative_area_level_2
- administrative_area_level_3
- administrative_area_level_4
- continent
- country



Obrázek 26 Diagram geokódovaných záznamů dle přesnosti

4.2.1 Kód

Nejdříve skript načte vstupní soubor a připraví adresy k odeslání. Spojuje jednotlivé části adresy do jednoho souvislého textového řetězce. Tím zajišťuje, že vyhledávací algoritmus mapové služby dokáže místo správně identifikovat i v případě, že jsou vstupní data neúplná nebo obsahují nadbytečné mezery. Jádrem programu je odesílání požadavků na vzdálený server. Ten na základě zaslané adresy vygeneruje datovou odpověď, ze které skript vyfiltruje čtyři zásadní informace: zeměpisnou šířku, zeměpisnou délku, oficiální formát adresy a kategorizaci místa. Získané kategorie jsou omezeny na prvních pět nejrelevantnějších typů pro zachování přehlednosti výsledné tabulky (Obrázek 27).

```

19 def geocode_place(session, address_query):
20     # Vráti (lat, lng, formatted_address, list_of_5_types).
21     # Vždy vrátí seznam o délce 5. Pokud je typů méně, doplní prázdné řetězce.
22     params = {"address": address_query, "key": API_KEY}
23     # Prázdný výsledek pro případ chyby (5 prázdných typů)
24     empty_types = ["", "", "", "", ""]
25     try:
26         response = session.get(GEOCODE_URL, params=params, timeout=5)
27
28         if response.status_code == 200:
29             result = response.json()
30             if result["status"] == "OK" and result["results"]:
31                 top_result = result["results"][0]
32                 loc = top_result["geometry"]["location"]
33                 formatted_addr = top_result.get("formatted_address", "")
34                 # Získání pole types
35                 raw_types = top_result.get("types", [])
36
37                 # Vezmeme prvních 5
38                 final_types = raw_types[:5]
39
40                 # Pokud je jich méně než 5, doplní se zbytek prázdnými řetězci
41                 while len(final_types) < 5:
42                     final_types.append("")
43                 return loc["lat"], loc["lng"], formatted_addr, final_types
44             return None, None, None, empty_types
45     except requests.RequestException as e:
46         print(f"Chyba sítě: {e}")
47         return None, None, None, empty_types

```

Obrázek 27 Kód zpracování odpovědi serveru

5 NÁVRH A IMPLEMENTACE DASHBOARDU

5.1 Koncepce dashboardu a softwarové řešení

Při řešení vizualizace rozsáhlého datového souboru studentských zahraničních mobilit byl koncepčně zvolen formát interaktivního webového dashboardu. Tato volba byla podložena potřebou efektivně interpretovat časoprostorové vzorce, které nelze adekvátně vyjádřit pomocí tradičních statických výstupů. Statické mapové kompozice by v tomto specifickém kontextu vedly k výraznému grafickému přetížení a k nevyhnutelné ztrátě podrobných atributových informací. Interaktivní dashboard naproti tomu umožňuje simultánní integraci mapového pole, dynamických datových vizualizací a pokročilých filtračních komponent do jednoho interaktivního rozhraní, což uživateli poskytuje možnost flexibilního výběru a explorační dat.

Z hlediska technologického zajištění byla pro vývoj aplikace vybrána cloudová platforma ArcGIS Online, konkrétně specializované vývojové prostředí ArcGIS Experience Builder. Před finálním rozhodnutím byla zvážena alternativní vývojová konfigurace spočívající ve vlastní programové konstrukci webové aplikace s využitím open-source JavaScriptové knihovny Leaflet, či jiné alternativy. Ačkoliv knihovna Leaflet poskytuje maximální autonomii nad zdrojovým kódem a nezávislost na komerčních licencích, byla tato varianta po zvážení všech kritérií zamítnuta jako neefektivní. Důvodem byla extrémní časová a technologická náročnost spojená s programováním robustních prvků interaktivity, reaktivního provázání mapového pole s externími grafickými komponentami a zajištěním stabilního databázového zázemí. Nasazení nástroje ArcGIS Experience Builder umožnilo uplatnit metodu rychlého vývoje aplikací při zachování požadované stability a vysoké míry interaktivity. Zvolený přístup tak eliminoval riziko vzniku syntaktických či logických chyb v programovém kódu a umožnil plně soustředění na vizualizační a funkční kvalitu výsledného řešení (Obrázek 28).



Obrázek 28 Struktura dashboardu

Návrh funkční struktury aplikace bezprostředně reflektoval specifické požadavky definované cílové skupiny. Primární uživatelský okruh tvoří interní zaměstnanci Univerzity Palackého v Olomouci, zejména pracovníci oddělení pro zahraniční mobility, kteří

administrativně spravují komplexní agendu akademických výjezdů a příjezdů. Pro tyto uživatele bylo klíčové integrovat pokročilé filtrační nástroje umožňující hluboký průzkum datových sad. Současně však byla aplikace koncipována tak, aby co nejvíce naplňovala kritéria vysoké uživatelské přívětivosti a zůstala intuitivně ovladatelná i pro širší skupinu uživatelů, včetně samotných studentů či laické veřejnosti.

V návaznosti na tyto uživatelské požadavky bylo celkové prostorové rozvržení prvků navrženo jako striktně uniformní pro všechny tři tematické sekce dashboardu, čímž byla zajištěna maximální přehlednost, vizuální kontinuita a snadná orientace v rozhraní. Strukturální rámec celé aplikace definují permanentní okrajové komponenty v podobě společného záhlaví a zápatí, která ucelují kompozici pracovní plochy. V záhlaví rozhraní je situován dominantní hlavní nadpis „Zahraniční mobility na Univerzitě Palackého v Olomouci“, pod nímž se nachází interaktivní navigační přepínač určený k plynulému přecházení mezi třemi klíčovými obsahovými pilíři: Výjezdy, Příjezdy a Smlouvy. Do záhlaví rozhraní byla integrována loga UP a Katedry geoinformatiky, jež slouží jako aktivní hypertextové odkazy odkazující uživatele na příslušné webové stránky. Spodní ohraničení aplikace tvoří zápatí, které plní formální informační úlohu a deklaruje přímou příslušnost softwarového díla k této bakalářské práci.

5.2 Technické parametry

Při technické specifikaci a konstrukci uživatelského rozhraní interaktivního dashboardu bylo klíčovým aspektem stanovení hardwarových a zobrazovacích limitů koncových zařízení. Vzhledem k vysokému počtu integrovaných uživatelských elementů, značné hustotě funkčních prvků a komplexní interaktivitě byla aplikace navržena a optimalizována výhradně pro desktopové prostředí. Responzivní design či alternativní layout pro mobilní telefonní přístroje byl v tomto případě záměrně eliminován. Toto koncepční rozhodnutí bylo vedeno dvěma zásadními kritérii. Prvním je extrémní prostorová náročnost integrovaných ovládacích prvků a panelů, které by na minoritním displeji nebylo možné ergonomicky rozmístit bez drastického nárůstu uživatelské nepřehlednosti. Druhým, technologickým limitem je skutečnost, že specializované vývojové prostředí ArcGIS Experience Builder v době tvorby neposkytovalo dostatečně flexibilní nástroje pro plnohodnotnou a bezchybnou optimalizaci takto strukturálně saturované aplikace pro mobilní zařízení. Strategický záměr upustit od vývoje mobilního zobrazení a realizovat aplikaci exkluzivně pro desktopové rozhraní byl konzultován s RNDr. Rostislavem Nétkem, Ph.D. Na základě této konzultace byla potvrzena platnost metodického předpokladu, že pro korektní, stabilní a funkčně nezkrácené vykreslení celého dashboardu je vyžadována standardní plocha počítačového monitoru, optimálně s poměrem stran 16 : 9 a minimální délkou úhlopříčky 35 cm.

Z hlediska celkové prostorové architektury uživatelského rozhraní bylo uplatněno uniformní rozvržení prvků, které se zrcadlí napříč všemi třemi základními tematickými sekcemi aplikace. Tento unifikovaný přístup k uspořádání pracovní plochy byl zvolen z důvodu maximalizace uživatelského komfortu a minimalizace kognitivní zátěže při přechodu mezi jednotlivými agendami mobilit. Uživatel je tak schopen okamžité orientace v aplikaci, neboť funkční komponenty se nacházejí na konstantních pozicích bez ohledu na aktuálně zobrazené téma. Bližší funkční rozpad, detailní popis jednotlivých interaktivních vazeb a specifická role strukturních bloků v rámci celkové kompozice jsou však předmětem samostatné kapitoly (viz kapitola 5.5). Grafická identita celého rozhraní byla striktně podřízena jednotnému vizuálnímu stylu Univerzity Palackého v Olomouci.

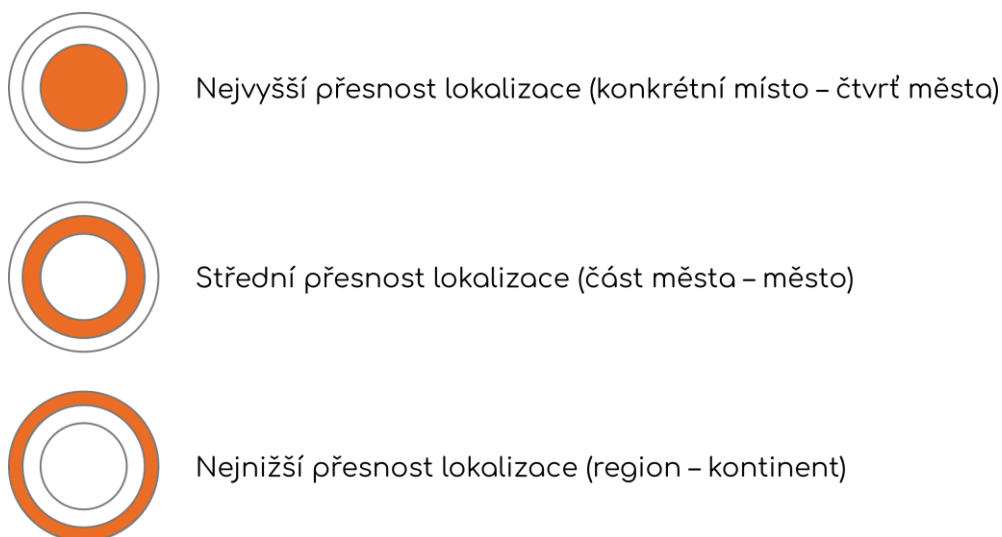
Implementace oficiální identity univerzity se projevuje v barevné paletě ovládacích prvků, textů a barvami bodů dle fakult.

5.3 Znakový klíč a vizualizace nejistoty

V mapovém poli dashboardu je pro zobrazení prostorových dat implementován jednotný systém kartografické vizualizace založený na metodě bodových znaků. Vzhledem k povaze sledovaných dat bylo pro reprezentaci jednotlivých mobilit nutné navrhnout komplexní bodový znak, který dokáže vizuálně komunikovat dva nezávislé atributy současně: příslušnost k dané fakultě a míru lokalizační nejistoty vzešlou z předchozího procesu geokódování.

Příslušnost záznamu ke konkrétní fakultě Univerzity Palackého je v mapě indikována prostřednictvím kvalitativní barevné škály dle jednotného vizuálního stylu univerzity. Toto řešení umožňuje uživateli rychlou vizuální diferenciaci fakulty dané mobility. Mnohem náročnější kartografickou výzvou však bylo korektní zobrazení prostorové přesnosti, s jakou byly jednotlivé záznamy lokalizovány. Jelikož při geokódování byly data agregovány do tří kvalitativních tříd spolehlivosti, bylo nezbytné tuto úroveň neurčitosti integrovat přímo do samotného znaku. Pro vizualizaci nejistoty nebylo možné využít konvenční změnu velikosti znaku, neboť grafická proměnná velikost se v kartografii primárně vyhrazuje pro kvantitativní data a její použití pro kvalitativní třídy by bylo sémanticky nesprávné. Místo toho bodové znaky dynamicky mění svou vnitřní grafickou strukturu na základě příslušné úrovně přesnosti. Zásadním principem při konstrukci tohoto vícerozměrného znaku bylo striktní zachování konstantní plochy barvy napříč všemi třemi variantami nejistoty. Bez ohledu na kategorii přesnosti obsahy jednotlivých zbarvených částí kruhu zůstávají shodné (Obrázek 29).

Tento krok byl realizován výhradně za účelem zachování stejné percepce plochy barvy u koncového uživatele. Tento přístup ke konstrukci znaku, který klade důraz na vyjádření neurčitosti, byl metodicky inspirován poznatky a principy z akademické práce Vizualizace nejistoty v environmentálních studiích (Brus, 2013).



Obrázek 29 Znaky pro kategorii přesnosti Přírodovědecké fakulty

5.4 Řešení překryvu bodů

V kontextu sledování studentských zahraničních mobilit dochází k situacím, kdy na identickou konkrétní lokalitu vycestovalo nebo z ní přicestovalo velké množství studentů. Bez implementace metod potlačení překryvu by byly jednotlivé bodové znaky vykresleny přes sebe na totožných souřadnicích, což by mělo za následek, že uživatel by vizuálně vnímal pouze jediný znak umístěný na nejvyšší pozici vykreslovacího pořadí. Takový stav by fatálně zkresloval interpretaci dat, neboť by maskoval skutečný objem realizovaných mobilit v dané lokalitě a zcela eliminoval informaci o fakultním zastoupení skrytých záznamů.

K odstranění tohoto nedostatku a k celkovému zvýšení přehlednosti mapového pole byla v aplikaci uplatněna metoda dynamického shlukování prvků (clustering). Tato metoda funguje na principu měřítkově závislé agregace prostorových entit, kdy jsou body nacházející se v definované blízkosti automaticky sloučeny do jednoho generalizovaného znaku shluku (Obrázek 30). Celý systém pracuje plně dynamicky, při plynulém oddalování mapy, se shluky adaptivně zvětšují a integrují do sebe širší prostorové okolí, zatímco při detailním přibližování dochází k jejich postupnému rozpadu až v některých případech na úroveň samostatných, přesně lokalizovaných bodových znaků. Tímto způsobem je garantována permanentní přehlednost a čitelnost mapy napříč všemi měřítky, aniž by docházelo k vizuálnímu šumu a přehlcení uživatele.



Obrázek 30 Shlukování

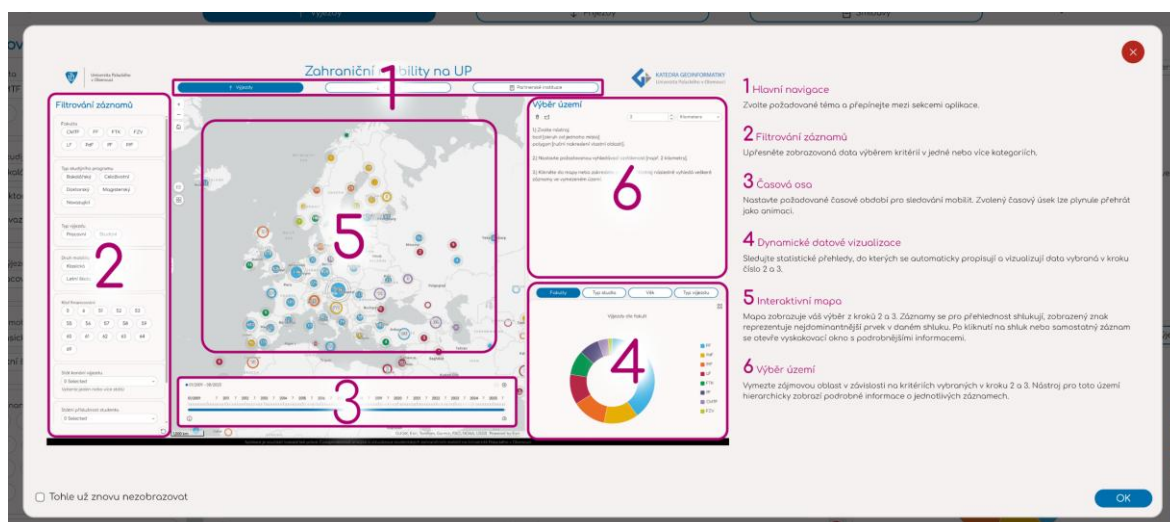
Uprostřed každého shluku je permanentně zobrazen explicitní číselný údaj, který uživateli okamžitě komunikuje exaktní počet záznamů spadajících do daného shluku. Barevnost a struktura (znázorňující kategorii přesnosti záznamu) celého znaku shluku nejsou náhodné, nýbrž reflektují nejdominantnější zastoupení konkrétního znaku uvnitř shluku. Tento přístup umožňuje zachovat přehled o struktuře rozložení mobilit jednotlivých fakult i při pohledu na celý kontinent. Všechny popsané náležitosti výše jsou pro uživatele exaktně popsány a kvantifikovány ve spodní části legendy dashboardu (viz kapitola 5.5).

5.5 Interaktivita a nástroje filtrování

Základním paradigmatem navrženého dashboardu je vysoká míra interaktivity, která uživateli umožňuje provádět komplexní průzkum dat. Všechny ovládací komponenty aplikace jsou vzájemně provázány a jejich použití vyvolává okamžitou odezvu napříč celým rozhraním.

5.5.1 Uvítací okno (splash screen)

Prvním interaktivním prvkem, se kterým uživatel po načtení aplikace přichází do styku, je překryvné uvítací okno (tzv. splash screen). Toto okno plní primárně funkci vstupního průvodce a jeho cílem je minimalizovat kognitivní zátěž uživatele při prvotní orientaci v rozhraní (Obrázek 31 Uvítací okno). Pomocí přehledné číselné navigace graficky vysvětluje logiku a funkčnost šesti hlavních zón aplikace: hlavní navigace, panelu filtrování, časové osy, panelu dynamických datových vizualizací, mapového pole a nástroje pro výběr území. Pro zajištění uživatelského komfortu při opakovaném používání aplikace je okno opatřeno volbou, která umožňuje zamezit jeho opětovnému zobrazení.

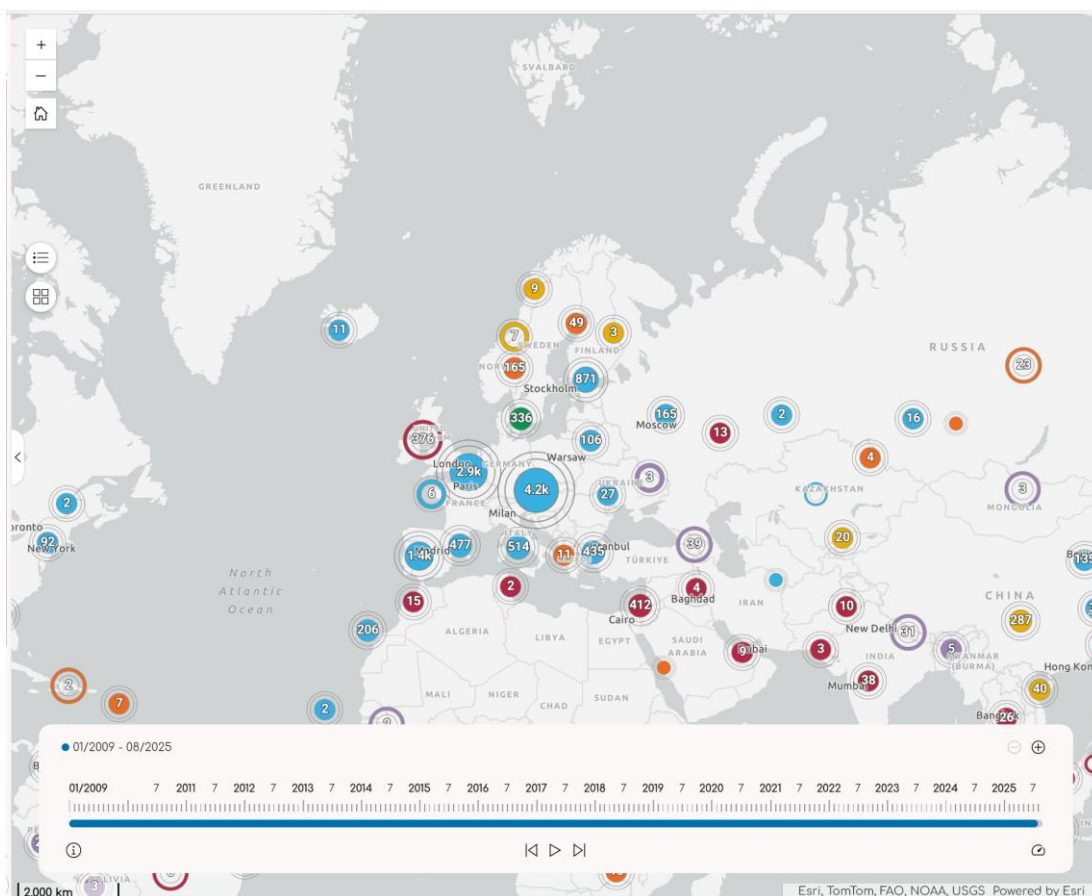


Obrázek 31 Uvítací okno

5.5.2 Mapové pole

V rámci celkové prostorové architektury uživatelského rozhraní představuje ústřední a dominantní prvek hlavní pracovní plochy panel mapového pole (Obrázek 32). Mapa je situována do středu kompozice, čímž je vizuálně podtržen její zásadní význam jakožto primárního vizualizačního prostředku celé aplikace. Aplikován je zde jednotný systém kartografické vizualizace, přičemž veškeré lokalizované záznamy jsou interpretovány bodovou metodou. Z důvodu extrémní hustoty bodových znaků a vysokého rizika jejich vzájemného překryvu je při menších měřítcích koncepčně využita metoda shlukování, kdy jednotlivé shluky dynamicky agregují body v závislosti na aktuální úrovni přiblížení a explicitně zobrazují celkový počet záznamů v dané oblasti. Při detailnějším přiblížování se tyto shluky reaktivně rozpadají na menší shluky, případně se separují až na úroveň samostatných, bodů (podrobněji v kapitole 5.4).

Pro zajištění uživatelského komfortu a snadné navigace byly přímo do mapového pole implementovány standardní ovládací prvky. Jedná se o widgety pro plynulou změnu měřítka (tlačítka přiblížení a oddálení), domovské tlačítko (home button) sloužící k okamžitému návratu do výchozího zobrazení mapy a dedikovanou komponentu pro vyvolání legendy aplikovaného znakového klíče. Další komponentou mapového pole je přepínač podkladových map, který uživateli umožňuje flexibilně měnit pozadí mapy dle aktuálních preferencí či charakteru prováděné rešerše. Jako výchozí podklad byla nastavena světle šedá mapa (Light Gray Canvas), a to z důvodu potlačení vizuálního šumu a minimalizace kognitivní zátěže uživatele, neboť neutrální pozadí dává prostor vyniknout tematickému obsahu. Pro detailnější geografickou orientaci je však k dispozici topografická mapa (Topographic) poskytující podrobnější obecně geografický kontext, ortofotomapa (Imagery) a ortofotomapa s popisky (Imagery with Labels).



Obrázek 32 Mapové pole

5.5.3 Panel filtrování záznamů

V levé části pracovní plochy je situován vertikální panel, který lze zavřít pro zvětšení plochy mapového pole, dedikovaný atributovému filtrování. Tento nástroj umožňuje aplikovat komplexní dotazy napříč různými datovými kategoriemi. Uživatel může mobilitní data specifikovat pomocí předdefinovaných sad tlačítek a rozbalovacích menu, od příslušnosti ke konkrétní fakultě, přes typ studijního programu, až po typ a druh samotné mobility. Aktivace jakéhokoliv filtru okamžitě redukuje množinu zobrazených dat v mapovém poli a automaticky přepočítává hodnoty ve všech navázaných datových vizualizacích.

5.5.4 Časová osa

Pro analýzu časoprostorové dynamiky mobilit je ve spodní části mapového pole implementována interaktivní časová osa. Uživateli je zde umožněno definovat specifické časové úseky, přičemž lze využít i funkci automatického přehrávání ve formě animace. Zvolený časový úsek funguje jako další vrstva filtru, která bezprostředně transformuje obsah mapy i datových vizualizací.

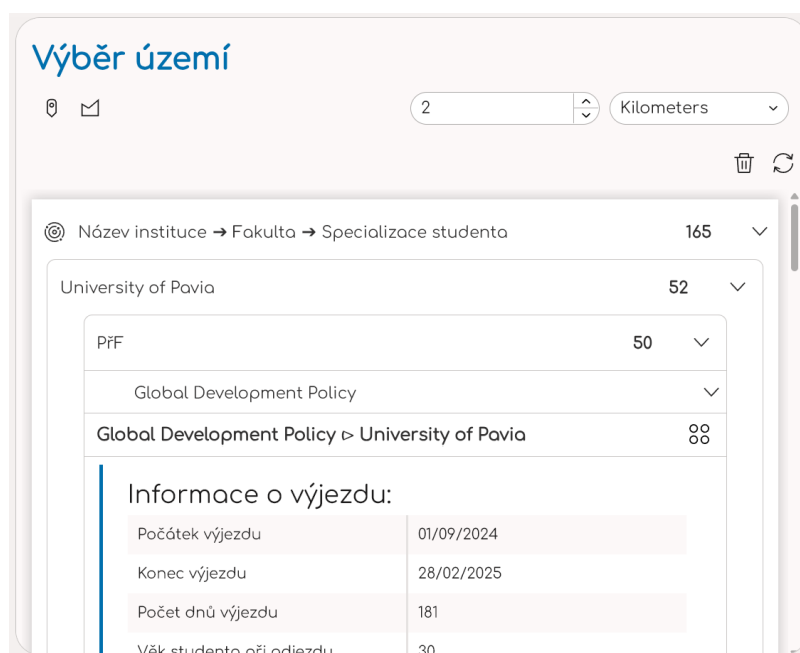
Zatímco v sekcích Výjezdy a Příjezdy je časová osa permanentně vizualizována, v sekci Smlouvy se tato komponenta záměrně nezobrazuje. Toto rozhodnutí bylo učiněno z důvodu odlišného charakteru dat. Data o smlouvách s partnerskými institucemi vykazují extrémní časové rozpětí, a tudíž použití časové osy by vedlo k náročnému použití tohoto nástroje ze strany uživatele. Z toho důvodu bylo časové hledisko v sekci Smlouvy koncepčně transformováno a přesunuto přímo do panelu atributového filtrování záznamů, což umožnilo efektivnější dotazování časového období.

5.5.5 Dynamické datové vizualizace

V pravém dolním sektoru pracovní plochy je ukotven panel vyhrazený pro dynamické datové vizualizace. Tyto grafické prvky představují nástroj, který okamžitě reaguje na jakoukoliv změnu v mapovém poli, reflektuje aplikaci atributových filtrů a plně se synchronizuje s aktuálním nastavením časové osy. Uživateli je navíc umožněno prostřednictvím ovládacích tlačítek plynule přepínat mezi vícero dostupnými vizualizacemi v rámci téhož panelu, což maximalizuje využití vymezeného prostoru obrazovky. Vzhledem k tomu, že konkrétní typologie nasazených grafů a diagramů, stejně jako jejich sledované parametry, se liší v závislosti na sekci, jsou jejich exaktní specifikace a funkční detaily rozebrány až v rámci následujících kapitol věnovaných jednotlivým tematickým sekcím aplikace (viz kapitoly 5.6 až 5.8).

5.5.6 Nástroj pro výběr území

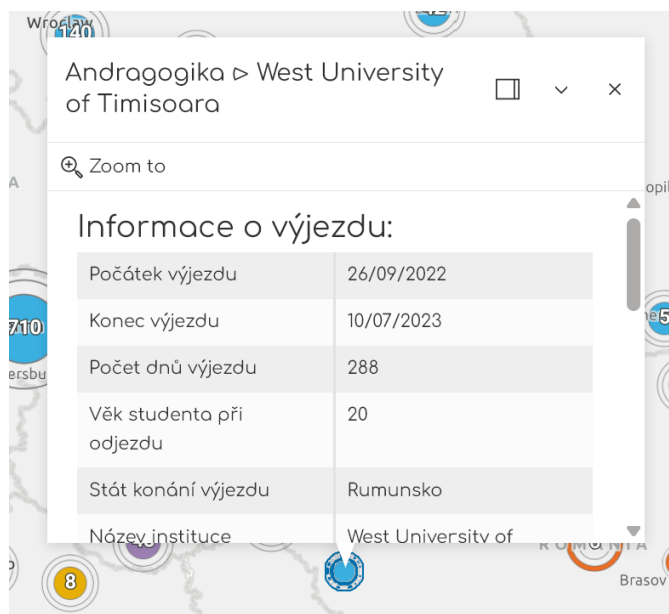
Pokročilé prostorové dotazování zprostředkovává panel „Výběr území“ ukotvený v pravém horním rohu aplikace (Obrázek 33). Nástroj umožňuje uživateli definovat vlastní zájmovou oblast nezávisle na administrativních hranicích států. Výběr lze realizovat prostřednictvím dvou nástrojů: definováním konkrétního středového bodu, nebo nakreslením mnohoúhelníku (polygonu). Zásadní funkcionalitou, která je společná pro obě tyto metody, je následná aplikace prostorové obalové zóny (bufferu). Ať už uživatel jako výchozí geometrii zvolí bod či polygon, vždy exaktně specifikuje požadovanou vyhledávací vzdálenost a k ní vybere příslušnou délkovou jednotku (např. kilometry nebo metry). Systém na základě těchto parametrů vygeneruje obalovou zónu. Výstupem této prostorové operace je detailní, hierarchicky strukturovaný výpis všech zaznamenaných mobilit, které se nacházejí uvnitř takto vymezeného území.



Obrázek 33 Nástroj pro výběr území

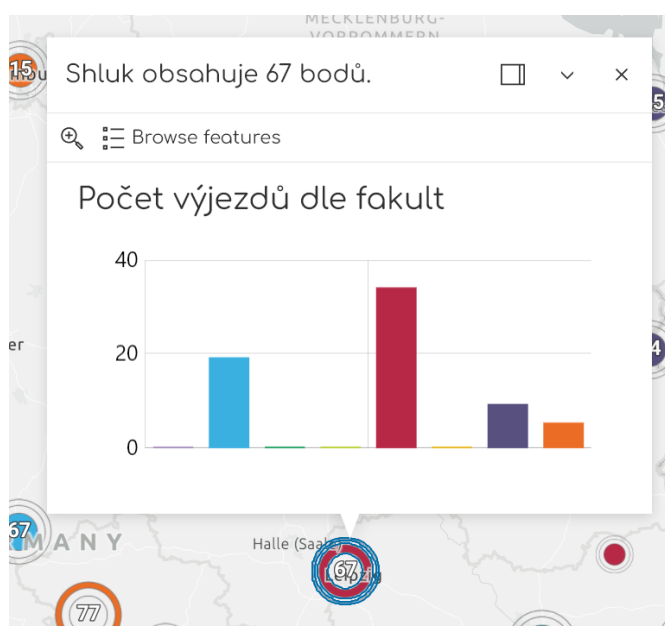
5.5.7 Vyskakovací okna (pop-upy)

Finálním stupněm interakce, který slouží k získávání nejdetailnějších informací, jsou vyskakovací okna, jejichž obsah se dynamicky proměňuje v závislosti na tom, zda uživatel dotazuje jednotlivý bod, nebo agregovaný shluk. Při interakci se samostatným bodem se zobrazí detailní atributová karta konkrétního záznamu. Okno obsahuje všechny podstatné atributy mobility, které byly zadány do systému (Obrázek 34).



Obrázek 34 Pop-up u jednotlivého záznamu

Odlišnou funkci plní pop-upy konfigurované pro shluky (Obrázek 35). Po kliknutí na shluk okno deklaruje celkový počet bodů ve shluku (např. „Shluk obsahuje 67 bodů“) a přímo v rámci svého rozhraní generuje interaktivní sloupkový graf. V grafu je zobrazen počet záznamů, které jsou rozdělené dle fakult. Uživatel tak získává okamžitý a přesný statistický přehled o obsažených záznamech, aniž by musel mapu, jakkoliv přibližovat či použít jiné nástroje. Kromě těchto prvků však rozhraní pop-upu poskytuje i dedikované nástroje pro hlubší průzkum dat. Prostřednictvím funkce pro automatické přiblížení („Zoom to“) může uživatel mapové pole zacentrovat a dynamicky zvětšit jeho měřítko přesně na prostorový rozsah daného shluku. Dalším nástrojem je procházení záznamů („Browse features“), který umožňuje listovat detailními atributovými kartami všech jednotlivých mobilit, jež jsou do shluku aktuálně agregovány. Uživatel tak získává nejen okamžitý statistický přehled o shluku, ale i možnost hloubkové explorační konkrétních dat přímo z jednoho okna, aniž by musel shluk vizuálně rozbít na jednotlivé body.



Obrázek 35 Pop-up u shluku bodů

5.6 Sekce Výjezdy

První sekce dashboardu, označená jako „Výjezdy“, je určena k podrobnému přehledu a prostorové analýze studentů Univerzity Palackého vyslaných do zahraničí. Pro detailní specifikaci zkoumaného vzorku v rámci této konkrétní agendy byly definovány dedikované parametry filtrování (Obrázek 36). Zobrazované záznamy lze strukturovaně omezovat podle atributů: fakulta, typ studijního programu, typ výjezdu, druh mobility, kód financování, stát konání výjezdu, státní příslušnost studenta, pohlaví.

Filtrování záznamů

Fakulta

CMTF FF FTK FZV

LF PdF PF PpF

Typ studijního programu

Bakalářský Celoživotní

Doktorský Magisterský

Navazující

Typ výjezdu

Pracovní Studijní

Druh mobility

Klasická Krátkodobá

Letní škola

Kód financování

0 6 51 52 53

55 56 57 58 59

60 61 62 63 64

69

Stát konání výjezdu

Obrázek 36 Filtrování záznamů výjezdů

Záznamy zobrazené v nástroji pro výběr území jsou hierarchicky rozdělené do tří úrovní, což bylo navrženo primárně pro zvýšení přehlednosti a potlačení textového zahlcení při objemném výběru záznamů. V první úrovni je uveden název hostitelské instituce, ve druhé domovská fakulta studenta a ve třetí úrovni se zobrazuje jeho studijní specializace. Při výběru konkrétního výjezdu z tohoto seznamu jsou uživatelům zprostředkovány detailní informace o dané mobilitě (Obrázek 37). Výpis obsahuje komplexní údaje v podobě počátku výjezdu, konce výjezdu, počet dnů výjezdu, věk studenta při odjezdu, stát konání výjezdu, název instituce, fakulta studenta, program studenta, specializace studenta, typ studijního programu, typ výjezdu, druh mobility, pohlaví, stav výjezdu, financování, virtuální mobilita, platnost výjezdu, hlavní vyučovací jazyk, úroveň jazykových znalostí, státní příslušnost.

Výběr území

2 kilometers

Název instituce → Fakulta → Specializace studenta 3 141

University of Vienna 348

FF 292

Nizozemská filologie se zaměřením na odborný jazyk

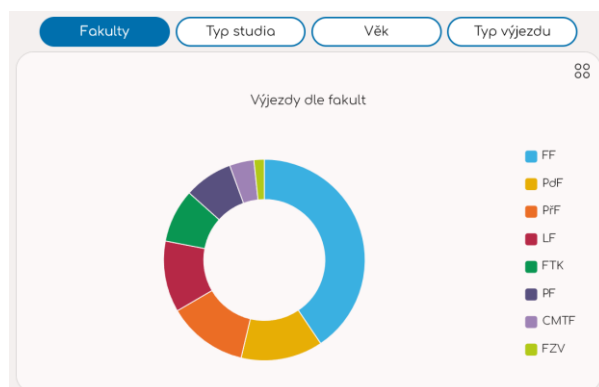
Informace o výjezdu:

Počátek výjezdu	26.09.14
Konec výjezdu	30.01.15
Počet dnů výjezdu	127
Věk studenta při odjezdu	24

Obrázek 37 Výběr území výjezdů

V závislosti na aplikovaných attributech a zvoleném časovém období se dynamicky aktualizují datové vizualizace. Pro sekci výjezdů jsou vizualizovány tyto analytické prvky:

- kruhový diagram výjezdů dle fakult (Obrázek 38)
- kruhový diagram výjezdů dle typu studijního programu
- histogram věku studentů při odjezdu (včetně zobrazení průměru a mediánu)
- kruhový diagram typů výjezdu



Obrázek 38 Interaktivní diagram výjezdů

Zatímco implementované kruhové diagramy slouží ke zhodnocení poměrného zastoupení diskrétních kategorií, pro spojitou kvantitativní veličinu věku byl uplatněn histogram. Jeho cílem je korektně zobrazit četnost výskytu a odhalit demografické trendy. Exaktní zakomponování statistických ukazatelů průměru a mediánu přímo do plochy grafu představuje z metodického hlediska klíčový prvek. Toto řešení umožňuje okamžitou detekci asymetrie datové distribuce a zabraňuje interpretačnímu zkreslení vlivem extrémních hodnot.

5.7 Sekce Příjezdy

Druhý tematický blok aplikace, nazvaný „Příjezdy“, obrací pozornost na zahraniční studenty, kteří přijíždějí absolvovat část svého studia na Univerzitu Palackého v Olomouci. Ačkoliv je globální rozvržení mapových a ovládacích prvků z důvodu zachování uživatelské konzistence totožné s předchozí sekci, vnitřní logika nástrojů byla plně adaptována na specifika přijímací agendy (Obrázek 39). Množinu zkoumaných dat v mapovém poli lze v panelu filtrování interaktivně modifikovat prostřednictvím sady filtrů, jež obsahují tyto atributy: fakulta hostitelského studia, typ výjezdu, státu původu studenta, pohlaví, žádost o kolej, virtuální mobilita.

Filtrování záznamů

Fakulta hostitelského studia

CMTF FF FTK FZV

LF Neuvedeno PdF PF

PřF

Typ výjezdu

Pracovní Studijní

Stát původu studenta

0 vybraných

Vyberte jeden nebo více států

Pohlaví

Muž Žena

Žádost o kolej

Ano Ne Neuvedeno

Virtuální mobilita

Ano Ne

Obrázek 39 Filtrování záznamů příjezdů

Nástroj pro výběr území využívá i v této sekci třístupňový hierarchický model, jenž však v tomto kontextu logicky reflektuje uspořádání přijímajících akademických institucí. Územní výběr začíná na nejobecnější úrovni názvem domovské zahraniční univerzity studenta, následně se větví na cílovou hostitelskou fakultu Univerzity Palackého a na nejnižším stupni končí u specializovaného pracoviště či katedry, jež pobyt zajišťuje. Kliknutím na vybraný záznam v tomto uspořádání se zobrazí okno s atributy (Obrázek 40). To uživateli nabízí ucelený profil o parametrech studijního pobytu zahrnující tyto položky: počátek příjezdu, konec příjezdu, věk při příjezdu, stát původu studenta, název instituce studenta, fakulta hostitelského studia, pracoviště přijímací instituce, pohlaví, typ příjezdu, stav příjezdu, žádost o kolej, virtuální mobilita, úroveň jazykových znalostí.

Výběr území

2 kilometry

Název instituce → Fakulta → Pracoviště přijímací instituce 29

Copenhagen Business School 16

FF 11

FIF/KAE

Copenhagen Business School 88

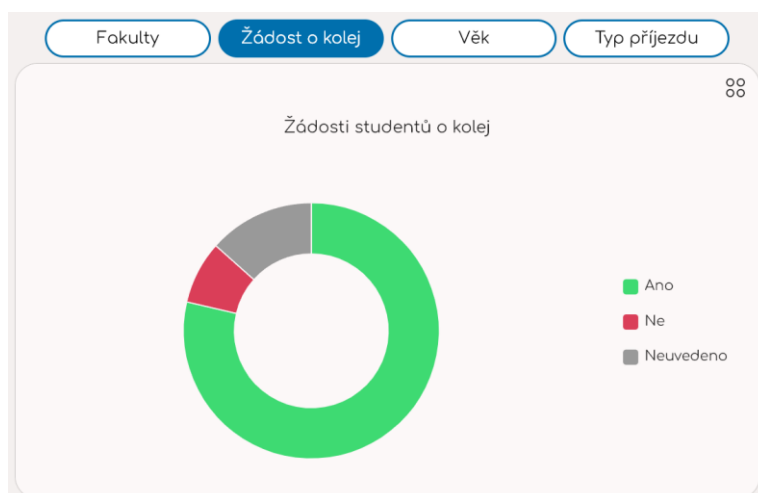
Informace o příjezdu:

Počátek příjezdu	13.02.23
Konec příjezdu	18.04.23
Věk při příjezdu	24
Stát původu studenta	Dánské království

Obrázek 40 Výběr území příjezdů

Panel vyhrazený pro dynamické datové vizualizace plynule reaguje na jakékoliv úpravy v časové ose či aktivaci výše zmíněných atributových filtrů. Statistické shrnutí příjezdové agendy je zprostředkováno přes následující sadu grafických výstupů:

- kruhový diagram příjezdů dle fakult
- kruhový diagram žádostí studentů o kolej (Obrázek 41)
- histogram věku studentů při příjezdu (včetně zobrazení průměru a mediánu)
- kruhový diagram typů příjezdů



Obrázek 41 Interaktivní diagram příjezdů

5.8 Sekce Smlouvy

Závěrečná sekce v hlavním menu dashboardu, nesoucí název „Smlouvy“, plní specifickou úlohu prostorového a administrativního mapování sítě smluvních vztahů, které Univerzita Palackého v Olomouci udržuje se zahraničními subjekty. Na rozdíl od předcházejících záložek, u nichž byla v mapovém poli přítomna interaktivní časová osa, má toto prostředí odlišnou vnitřní koncepci. Časová osa zde byla záměrně vypuštěna, což reflektuje odlišný věcný charakter datového souboru. Smluvní vztahy a platnosti dohod představují relativně dlouhodobé stavy, pro které by byla časová osa spíše nevhodná. Místo toho byly časové dimenze transformovány do podoby diskrétních výběrových filtrů. Cílené dotazování na časovou podstatu smluvních vztahů a jiných náležitostí je tak umožněno na základě atributů: fakulta, typ mobility, obor ISCED, kód financování, platnost smlouvy od, platnost smlouvy do (Obrázek 42). Další strukturní výjimku v tomto ohledu představuje zakomponování Oddělení řízení lidských zdrojů (OŘLZ) přímo do kategorizace fakultních entit. Zařazení tohoto celouniverzitního oddělení po bok jednotlivých fakult bylo realizováno z důvodu korektní správy dat, neboť toto centrální pracoviště rektorátu administrativně zaštiťuje a provozuje část mezinárodních smluv, a je tedy nezbytné jej sledovat na téže hierarchické úrovni.

Filtrování záznamů

Fakulta

CMTF FF FTK FZV

LF OŘLZ PdF PF

PrF

Typ mobility

Erasmus krátkodobá kombinovaná mobil

Erasmus krátkodobý kombinovaný progr

Erasmus mezinárodní kreditová mobilita

Erasmus semestrální mobilita Jiné

Přímá spolupráce

Obor ISCED

0 vybraných

Kód financování

51 62 69

Platnost smlouvy od

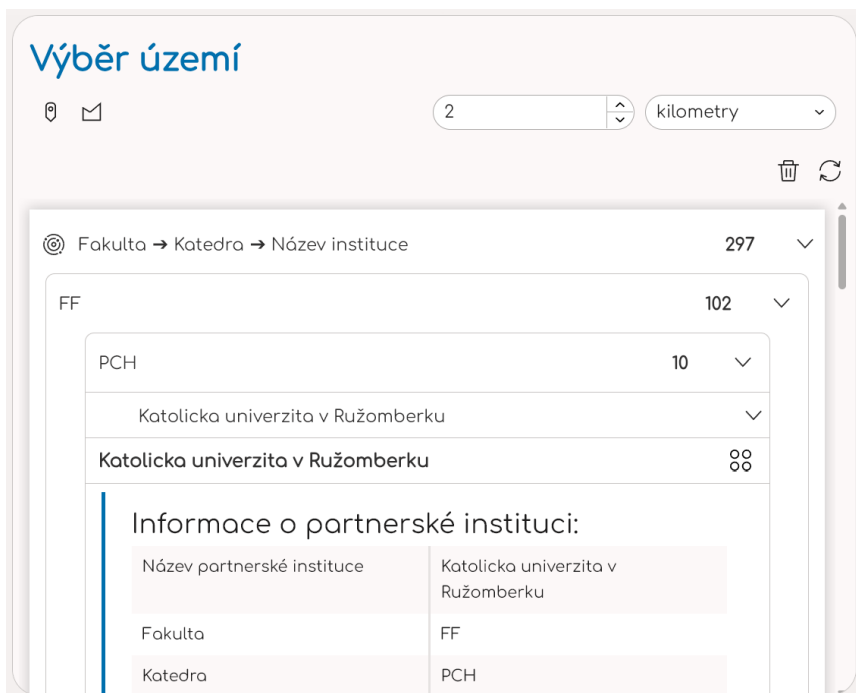
0 vybraných

Platnost smlouvy do

0 vybraných

Obrázek 42 Filtrování záznamů v sekci smluv

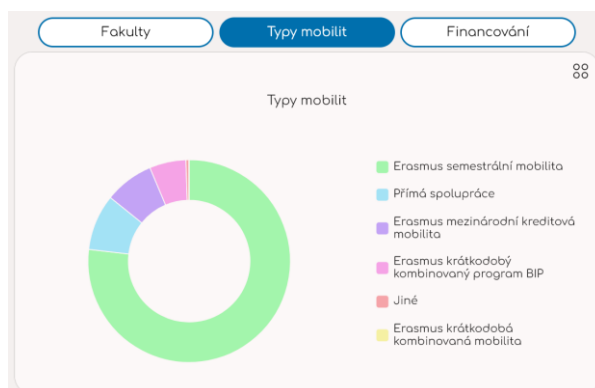
Panel výběru území zobrazuje soupis smluv strukturovaný do specifického třístupňového schématu. Znakem této hierarchie je, že v první, nejvyšší úrovni figuruje gesční fakulta UP, která daný kontrakt zastrešuje. Druhá úroveň specifikuje konkrétní garantující katedru či ústav a finální třetí stupeň odhaluje exaktní název partnerské instituce, se kterou byl smluvní vztah navázán. Volba individuální položky z tohoto rozbalovacího seznamu aktivuje podrobnou informační kartu (Obrázek 43). Ta uživateli předkládá komplexní přehled o právním a oborovém rámci spolupráce, přičemž jsou zobrazeny data jako název partnerské instituce, fakulta, katedra, kód financování, obor ISCED, kód partnerské instituce, platnost smlouvy od, platnost smlouvy do, typ spolupráce.



Obrázek 43 Výběr území v sekci smluv

V panelu datových vizualizací jsou zobrazeny:

- kruhový diagram smluv dle fakult (Obrázek 44)
- kruhový diagram typů mobilit
- kruhový diagram kódů financování



Obrázek 44 Interaktivní diagram v sekci smluv

6 TVORBA STATICKÝCH VÝSTUPŮ

V úvodu této kapitoly je nezbytné kriticky reflektovat vybrané metodické a technické aspekty spojené s přípravou prostorových dat a následnou tvorbou statických mapových výstupů, které tvoří nedílnou součást časoprostorové analýzy. Pro označení jednotlivých států v mapovém poli byly využity standardizované třípísmenné kódy. Tyto kódy striktně vycházejí z mezinárodní normy ISO 3166-1 alpha-3. (International Organization for Standardization, 2020). Implementace tohoto standardu plní pro uživatele navigační a orientační funkci, poskytuje uživateli srozumitelný a vizuálně úsporný popis, který umožňuje rychlou a jednoznačnou orientaci v mapě.

Dalším významným krokem v rámci technického zpracování prostorových dat, jenž si zasluhuje metodické objasnění, je zvolený systém kategorizace a agregace jednotlivých států do vyšších geografických celků, tedy kontinentů. Pro tyto účely byla při zpracování dat využita již zmíněná polygonová vrstva „World Countries“. Klasifikace a přiřazování suverénních států i závislých území k příslušným kontinentům v této datové sadě totiž přejímá systematiku z renomované globální databáze The World Factbook, jejímž autorem a správcem je americká zpravodajská služba Central Intelligence Agency. Využití tohoto celosvětově etablovaného klasifikačního schématu zajišťuje nezbytnou míru objektivity, čímž pro potřeby této analýzy efektivně eliminuje jakékoliv nejasnosti pramenící z odlišných fyzickogeografických či geopolitických výkladů průběhu kontinentálních hranic.

Poté bylo nutné stanovit časová období, pro která mají být zpracovány. Po konzultaci s vedoucí oddělení pro mobility a institucionálním koordinátorem programů Erasmus+ na Univerzitě Palackého bylo určeno celé sledované období, a to rozděleno do tří částí podle programových období smluv uzavíraných s partnerskými institucemi. První období je stanoveno od 1. 9. 2014 a trvá do 31. 8. 2018, druhé od 1. 9. 2018 a trvá do 31. 8. 2022 a třetí začíná 1. 9. 2022 a končí 31. 8. 2024. Následně byly diskutovány s vedoucím bakalářské práce ukazatele, které budou ve statických výstupech zpracovány a jsou popsány v kapitolách 6.1 až 6.4.

6.1 Bilance mobilit

Hlavním ukazatelem bilance mobilit je její index, který představuje stěžejní analytický ukazatel, který slouží k hodnocení směrové vyváženosti výměnných pobytů mezi Univerzitou Palackého v Olomouci a zahraničními institucemi v daném území. Na rozdíl od prostého sledování celkového objemu mobility, který sice poskytuje informaci o počtu mobilit, ale zcela maskuje případnou asymetrii v mezinárodní kooperaci, tento index exaktně reflektuje její směrovou orientaci. Umožňuje tak detailně popsat poměr mezi počtem vyjíždějících studentů z UP a studentů přijíždějících ze zahraničí.

Metodicky je výpočet tohoto indikátoru založen na normalizovaném rozdílu mezi oběma protisměrnými toky studentské mobility. Tento matematický přístup byl zvolen z důvodu nezbytnosti eliminovat zkreslení, které by při použití prostého rozdílu způsobovala odlišná absolutní velikost mobilitních toků u jednotlivých států. Výpočet indexu je definován následujícím vztahem:

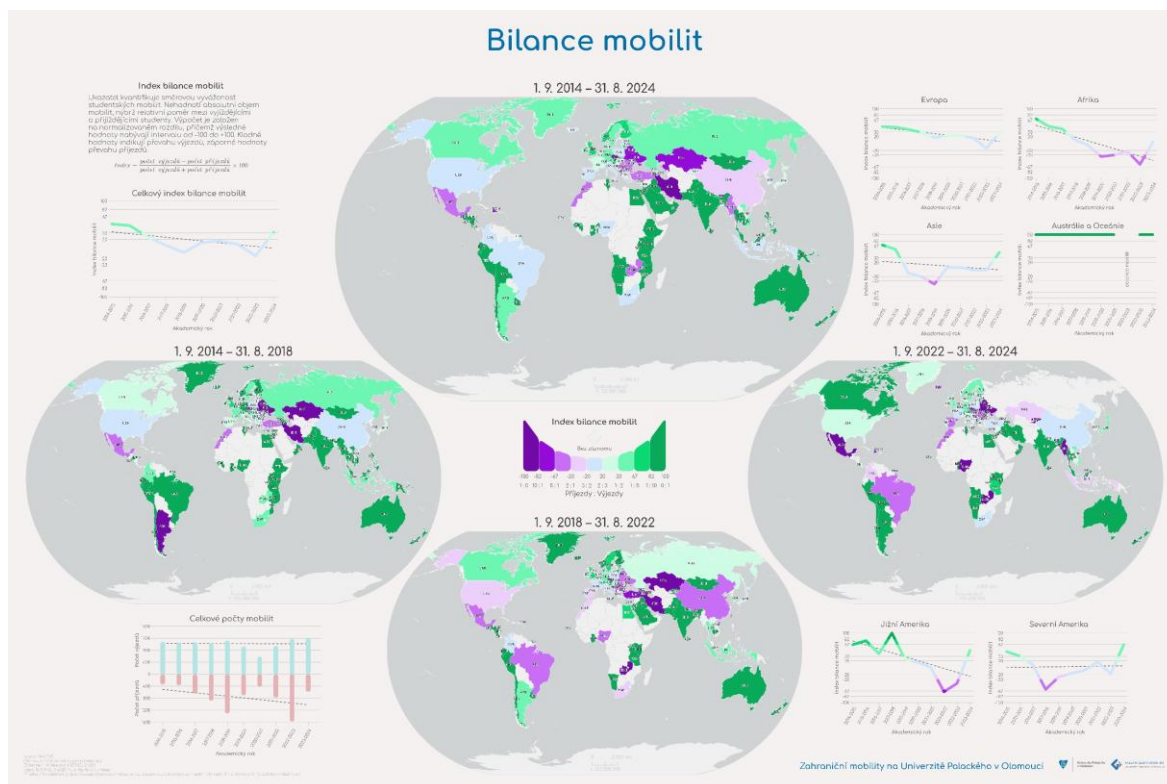
$$Index = \frac{\text{počet výjezdů} - \text{počet příjezdů}}{\text{počet výjezdů} + \text{počet příjezdů}} \times 100$$

Interpretace výsledných hodnot je pevně vymezena na škále od -100 do 100. Krajní hodnota -100 indikuje asymetrii ve prospěch příjezdové agendy (ze sledovaného území na UP pouze přijíždějí zahraniční studenti, avšak žádný student UP do dané lokality nevyjíždí). Zatímco hodnota 100 značí stoprocentní převahu výjezdů studentů UP do dané destinace bez jakékoliv zpětné reciprocity. Hodnota 0 pak představuje ideální stav naprosté směrové rovnováhy a vyváženosti mezinárodní spolupráce. Z metodologického hlediska je na tomto místě zásadní reflektovat specifický matematický charakter konstruovaného ukazatele, konkrétně jeho nelineární (hyperbolický) vztah k reálnému poměru výjezdů a příjezdů. S hodnotou indexu blíží se k limitním hraničním pólům ± 100 se reálný kvantitativní nepoměr mezi oběma toky nezvětšuje lineárně, nýbrž vykazuje strmý progresivní růst s asymptotickým chováním v krajních bodech. Zatímco hodnota indexu např. 50 značí trojnásobnou převahu výjezdů nad příjezdy (poměr 3 : 1), při indexu 90 dosahuje tato disproporce již devatenáctinásobku (poměr 19 : 1) a při hodnotě 99 indikuje až 199násobný nepoměr. Přesné poměry jsou pro konkrétnější představu uživatele zobrazeny v legendě map. Exaktní vymezení a popis této nelineární závislosti jsou v textu práce objektivně nezbytné, neboť fungují jako klíčový interpretační klíč pro čtenáře i uživatele výsledných mapových výstupů. Bez uvědomění si tohoto asymptotického trendu by totiž docházelo k závažnému kognitivnímu podhodnocení reálných strukturních disproporcí u států vykazujících extrémní hodnoty indexu. U těchto subjektů i nepatrný posun o několik jednotek indexu reprezentuje masivní změnu v reálné vyváženosti mezinárodní spolupráce.

Hlavní mapa v rámci tohoto statického kartografického výstupu záměrně zobrazuje souhrnná, agregovaná data za celé sledované desetileté období, tedy od 1. 9. 2014 do 31. 8. 2024. Tento celiství pohled byl zvolen jako objektivně nejvhodnější řešení, neboť zobrazuje dlouhodobý stav a eliminuje krátkodobé meziroční výkyvy a fluktuace. Celková agregace tak umožňuje spolehlivě identifikovat dlouhodobě stabilní trendy a partnerství univerzity.

Aby však byla zachována detailní časoprostorová citlivost analýzy a bylo možné sledovat i evoluci těchto trendů v čase, byla celková analýza v souladu s metodikou práce následně dekomponována do tří specifických etap. Tyto etapy se snaží reflektovat cykly a programová období smluv uzavíraných s mezinárodními partnerskými institucemi, což poskytuje porovnatelnou bázi pro vyhodnocení dynamiky bilance mobilit na UP v čase.

Zatímco statické mapové kompozice přesně odpovídají na otázku, „kde“ v geografickém prostoru dochází k asymetrii akademických výměn, přidružené statistické grafy poskytují hlubší časovou a makroregionální dekompozici zkoumaného jevu. Konkrétně spojnicové grafy detailně zachycují vývoj indexu bilance mobilit odděleně pro jednotlivé kontinenty a simultánně v agregované podobě za celý svět napříč po sobě jdoucími akademickými roky. Pro exaktní vyhodnocení dlouhodobé vývojové trajektorie internacionalizace byla do těchto grafů implementována trendová spojnice, která je vizuálně vyjádřena čárkovanou čarou. Zařazení tohoto analytického prvku poskytuje uživateli okamžitou možnost identifikovat základní směrový vektor vývoje indexu bilance a efektivně odfiltrovat krátkodobé, náhodné meziroční fluktuace. Dalším vizuálním prvkem je sloupcový graf zobrazující absolutní počty realizovaných výjezdů studentů UP a příjezdů zahraničních studentů v jednotlivých akademických letech. Index bilance ze své podstaty reflektuje pouze relativní poměr mezi protisměrnými proudy studentských výměn, nikoliv však jejich absolutní kvantitativní rozsah či celkovou velikost (Obrázek 45).



Obrázek 45 Bilance mobilit

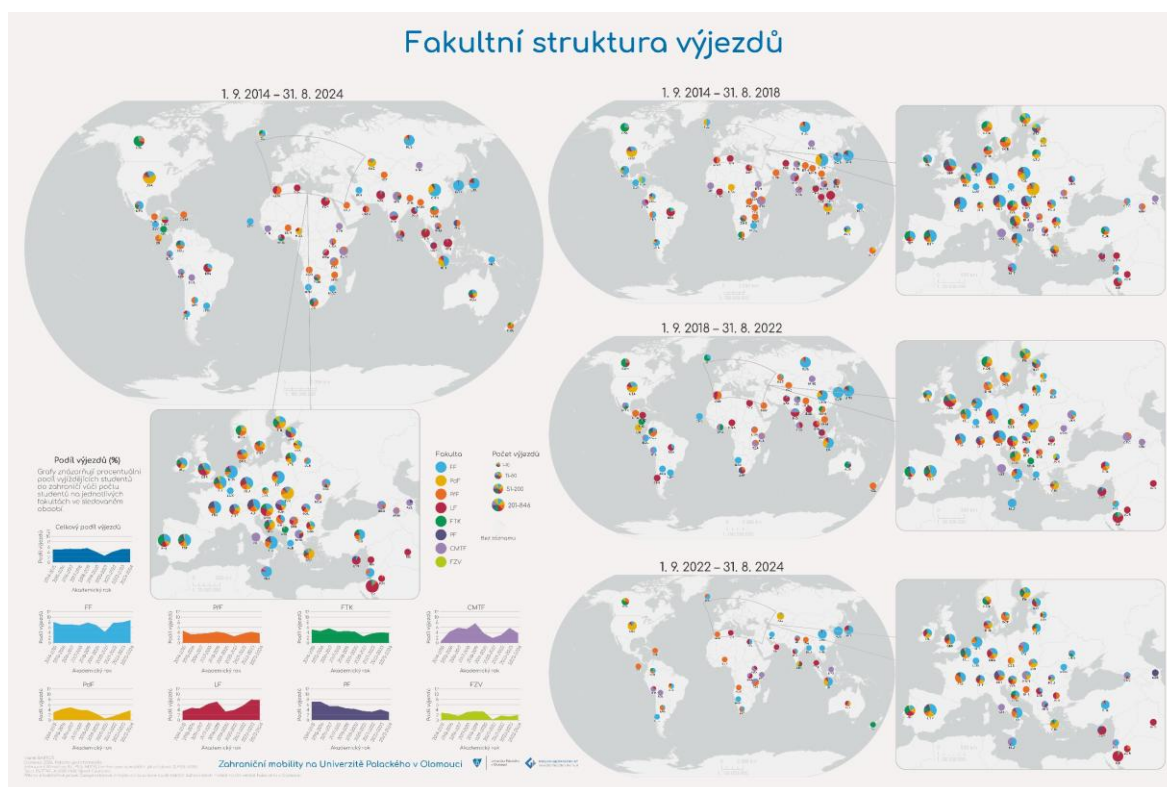
6.2 Fakultní struktura výjezdů

Při návrhu a realizaci statického mapového výstupu zaměřeného na fakultní strukturu studentů vyjíždějících z Univerzity Palackého v Olomouci do zahraničí bylo nutné řešit kartografický problém, jak simultánně a bez ztráty přehlednosti vizualizovat prostorové rozmístění, celkový objem a vnitřní strukturu (příslušnost k 8 fakultám UP) těchto záznamů. Pro splnění tohoto cíle byla jako optimální vyjadřovací metoda zvolena metoda strukturního kruhového kartodiagramu. Volba kruhového kartodiagramu namísto například čtvercového byla podložena vysokou prostorovou náročností, což v hustě koncentrovaných oblastech (např. Evropě) vede k překryvu sousedních znaků, zakrytí hranic států a celkovému zhoršení čitelnosti mapy. Kruhový diagram je naopak izotropní a představuje vizuálně nejkompaktnější prostředek pro vyjádření vnitřních podílů z jednoho celku.

Klíčovým aspektem vizualizace je nastavení velikosti těchto kartodiagramů. Změna velikosti znaků tak uživateli umožňuje na první pohled vizuálně oddělit objemné pilíře zahraniční spolupráce od destinací okrajových, aniž by byla narušena možnost zkoumat jejich vnitřní fakultní složení. Barevná kompozice jednotlivých výseků diagramu striktně reflektuje oficiální jednotný vizuální styl Univerzity Palackého v Olomouci, kdy každá z osmi fakult disponuje svou exaktně definovanou barvou. Aplikace tohoto zavedeného barevného schématu by mohla snížit kognitivní zátěž uživatele při čtení mapy.

Na podnět konzultace s vedoucí oddělení pro mobility a institucionálním koordinátorem programů Erasmus+ na Univerzitě Palackého byl statický výstup doplněn o přidružené neprostorové statistické grafy. Hlavním cílem integrace těchto komplementárních grafických prvků bylo zobrazení procentuálního podílu příjezdů na celkovém počtu studentů dané fakulty v sledovaném období.

Zařazení grafů specifikujících procentuální podíl příjezdů na počtu studentů tak přináší esenciální prvek normalizace dat. Bez tohoto relativního ukazatele by totiž docházelo k závažnému interpretačnímu zkreslení, kdy by absolutně dominantní toky u rozsahem velkých fakult maskovaly reálnou (proporcionální) úspěšnost jejich mezinárodní agendy, zatímco menší fakulty s vysokou relativní mobilitou by zůstaly vizuálně nedoceny. Implementace těchto grafů na základě doporučení z rektorátních pracovišť tak zajišťuje plnou objektivitu, srovnatelnost a poskytuje metodicky validní analytický podklad pro strategické hodnocení reálného dopadu internacionalizačních procesů na UP (Obrázek 46).

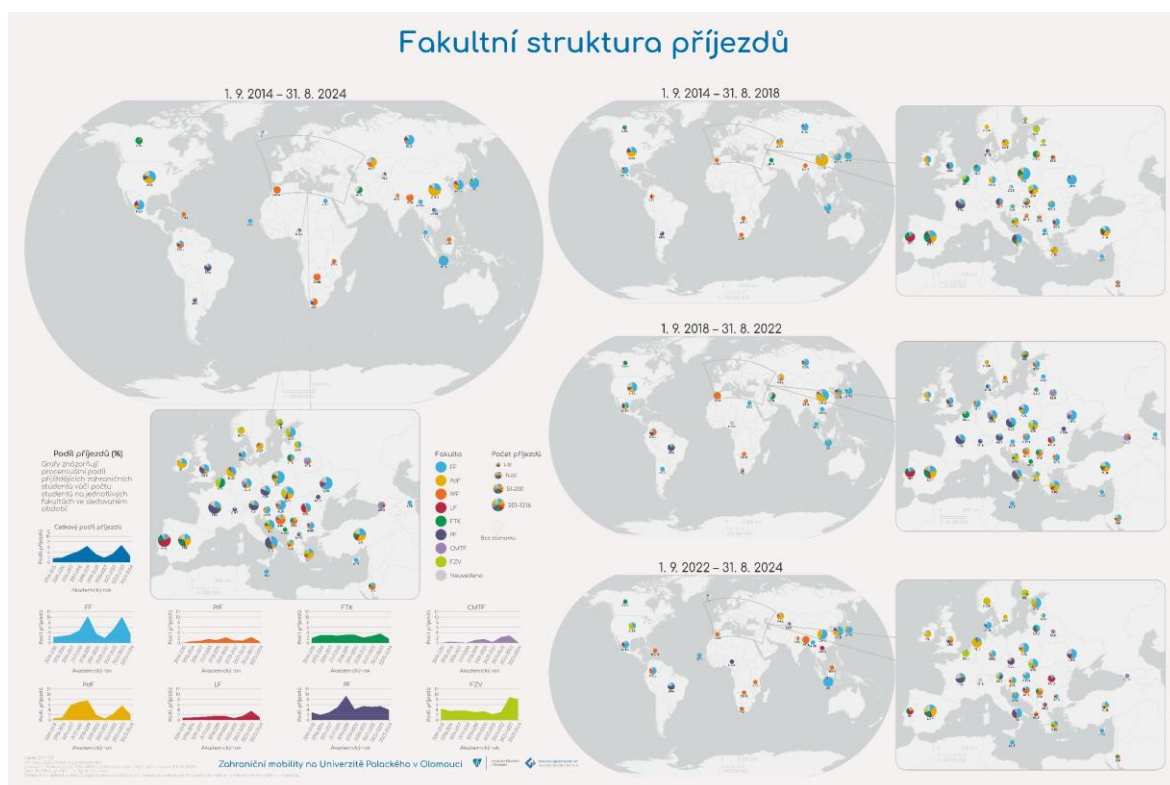


Obrázek 46 Fakultní struktura výjezdů

6.3 Fakultní struktura příjezdů

Kartografická vizualizace strukturních charakteristik přichozí mobility studentů vyžadovaly implementaci metodického aparátu, který by umožnil exaktní sledování prostorového rozložení zahraničních studentů podle jejich fakultní příslušnosti na Univerzitě Palackého v Olomouci. Pro tento účel byla opětovně zvolena metoda výšečových kruhových kartodiagramů. Zachování této metodické konformity s předchozí podkapitolou (6.2) bylo z hlediska jednoty mapového díla nezbytné. Pokud by byl pro příjezdy zvolen odlišný způsob vyjádření, došlo by k narušení vizuální kontinuity, což by koncovému uživateli znemožnilo provádět okamžité srovnání mezi strukturou studentů, které univerzita do zahraničí vysílá, a těch, které z daných zemí přijímá.

Stejně jako u výjezdové agendy, i v tomto případě byly na podnět konzultace byl statický mapový výstup doplněn o doprovodné grafy. Tyto grafy jsou koncipovány tak, aby zobrazovaly procentuální podíl příjezdů na celkovém počtu studentů v po jednotlivých akademických letech (Obrázek 47).



Obrázek 47 Fakultní struktura příjezdů

6.4 Využití smluvního potenciálu

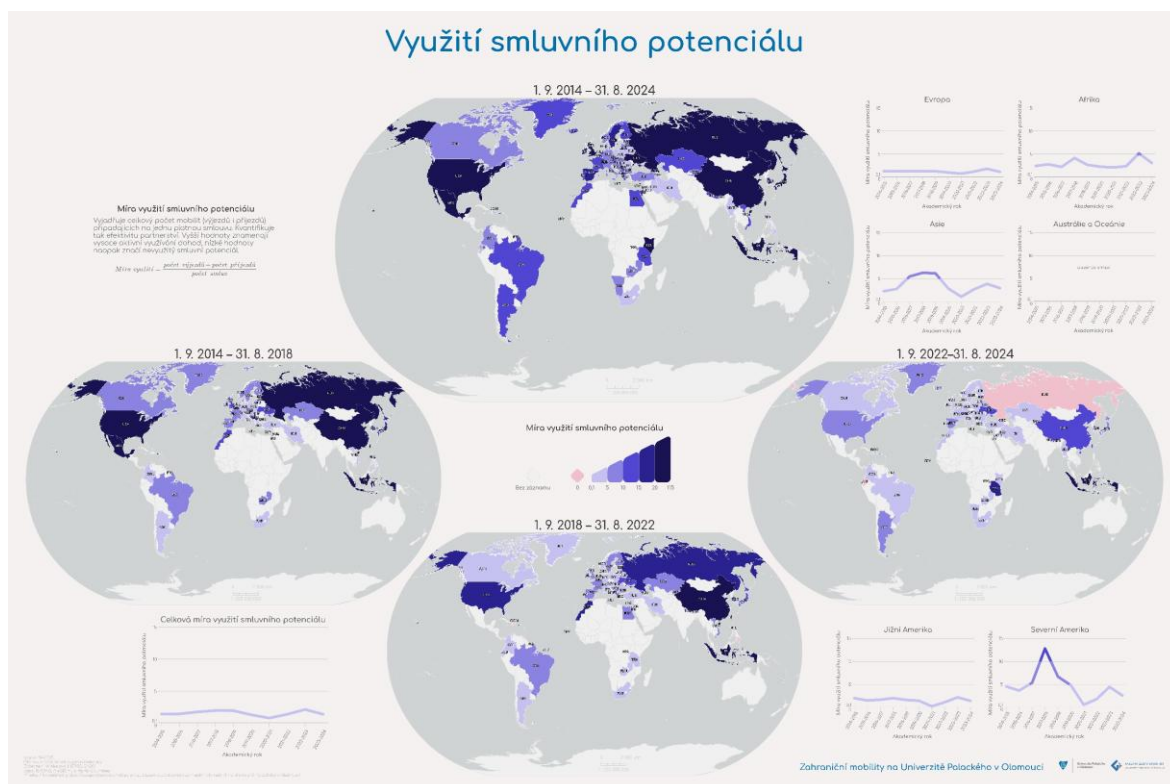
Využití smluvního potenciálu představuje indikátor, který v rámci předložené práce slouží k exaktnímu vyhodnocení efektivity smluvních vazeb Univerzity Palackého v Olomouci se zahraničními institucemi. Konstrukce tohoto ukazatele bezprostředně reaguje na metodický deficit spočívající v tom, že pouhá evidence absolutního počtu dohod vykazuje velmi nízkou vypovídací hodnotu o reálné intenzitě internacionalizačních procesů.

Tento indikátor byl definován jako poměr reálně vykonané akademické mobility vůči počtu uzavřených smluv v daném území. Výpočet míry využití smluvního potenciálu je metodicky stanoven jako podíl počtu mobilit (výjezdů a příjezdů) a počtu smluv.

$$\text{Míra využití} = \frac{\text{počet výjezdů} + \text{počet příjezdů}}{\text{počet smluv}}$$

Výsledné hodnoty tohoto ukazatele umožňují objektivně porovnávat státy s diametrálně odlišnou smluvní základnou. Zcela specifické postavení má v rámci prostorové i strategické analýzy situace, kdy výsledná hodnota indexu vyjde přesně rovna nule. Z metodologického hlediska tato nulová hodnota indikuje absolutní inertnost smluvního vztahu. Znamená to, že ačkoliv univerzita s danou zemí disponuje platným smluvním vztahem, tak nedošlo k uskutečnění žádné mobility. Systematická identifikace nulových či minimálních hodnot představuje klíčový podklad pro zefektivnění rozhodovacích procesů při strategické správě a optimalizaci smluvního fondu. Naopak vysoké hodnoty indexu jasně indikují vysoce využívaná a strategická partnerství.

Pro komplexní interpretaci získaných výsledků byly mapové výstupy formou kartogramu doplněny o statistické grafy. Ty detailně kvantifikují časový vývoj míry využití smluvního potenciálu, a to jak v rozlišení po jednotlivých kontinentech, tak v agregované podobě za celý svět dohromady. Aby bylo možné exaktně sledovat dlouhodobou trajektorii efektivnosti smluvní agendy Univerzity Palackého, je do těchto grafů implementována trendová spojnice, která je vizuálně vyjádřena čárkovanou čarou. Tento prvek umožňuje identifikovat hlavní vývojový trend studentských mobilit v čase (Obrázek 48).



Obrázek 48 Využití smluvního potenciálu

7 ČASOPROSTOROVÁ ANALÝZA

7.1 Bilance mobilit a využití smluvního potenciálu

Pro popis situací na jednotlivých kontinentech bylo využito statických výstupů bilance mobilit a využití smluvního potenciálu, které jsou popsány v kapitole 6.1 a 6.4.

7.1.1 Evropa

Prostorová analýza evropského kontinentu odhaluje z hlediska studentské mobility několik signifikantních extrémů. Zcela specifické postavení v datovém souboru zaujímá Česká republika, která v rámci celé Evropy vykazuje absolutně nejnižší index bilance (-90,1) a současně překvapivě nejvyšší míru využití smluvního potenciálu, jež dosahuje hodnoty 51 studentů na jednu smlouvu.

Na opačném pólu bilance se nachází skupina států s nejvyššími hodnotami indexu, do níž patří Vatikán, Lucembursko, Malta a Slovinsko. Tyto státy představují suverénně nejvyšší extrémy, což v praxi znamená, že se jedná o výhradně výjezdové destinace studentů, s minimem recipročních příjezdů. Z hlediska využití smluvního potenciálu však tato skupina nevykazuje žádné anomálie a pohybuje se v běžných průměrných hodnotách.

Analýza samotné míry využití smluvního potenciálu vyčleňuje vedle České republiky další tři dominantní státy s nejintenzivnějším využitím smluv: Švýcarsko, Spojené království Velké Británie a Severního Irska a Ukrajinu. Zatímco u Švýcarska a Spojeného království Velké Británie a Severního Irska je toto vysoké vytížení smluv doprovázeno vysoce kladným indexem bilance (s hodnotami přesahujícími 70, tedy se silnou orientací na výjezdy), případ Ukrajiny představuje inverzní situaci. S indexem bilance -78 tvoří silně příjezdovou destinaci, což reálně odráží absorpci ukrajinských studentů v důsledku probíhajícího konfliktu. Naopak státy s úplně nejnižší mírou využití smluvního potenciálu jsou Severní Makedonie a Rumunsko, což u nich indikuje značně pasivní smluvní sítě s minimální realizací mobilit.

Při pohledu na celoevropské trendy, lze pozorovat dvě jasné vývojové tendence. Průměrná míra využití smluvního potenciálu za celou Evropu nevykazuje v čase žádné výrazné výkyvy. Po celou sledovanou dobu zůstává stabilní, avšak na velmi nízké úrovni. Vývoj celoevropského indexu bilance se historicky orientoval spíše na výjezdy, vykazuje však dlouhodobě klesající trend. V předposledním období (tzn. mezi akademickými roky 2021–2022 a 2022–2023) se tento trend dokonce přechodně přeorientoval spíše na příjezdy. V posledním sledovaném akademickém roce nicméně došlo k výraznějšímu skoku, který celoevropskou bilanci vrátil zpět k silnější dominanci výjezdů (skok z hodnoty -13,7 na hodnotu 30).

7.1.2 Afrika

Prostorová distribuce a dynamika studentských mobilit na africkém kontinentu je silně determinována celkově velmi nízkým objemem realizovaných mobilit. Za celé sledované období bylo v tomto regionu zaznamenáno pouze 128 výjezdů a 58 příjezdů. Tento limitovaný datový soubor přirozeně generuje značné statistické fluktuace a extrémní hodnoty, které je nutné při analytické interpretaci zohlednit.

Z hlediska vývoje smluvních sítí v čase lze africký prostor charakterizovat značnou nestabilitou a obměnou smluvních vztahů. V prvním sledovaném období došlo k úplnému

ukončení mobilit ze států jako Etiopie, Guinea, Malawi a Mosambik, přičemž do konce druhého období vyhasly rovněž interakce s Ghanou. Naopak se podařilo iniciovat nové mobilitní kanály, v prvním období s Kapverdami a následně ve třetím období s Angolou, Beninem, Keňou a Namibií.

Nízký absolutní počet studentů se přímo propisuje do extrémních hodnot indexu bilance mobilit. Většina afrických států nabývá hodnoty 86,6 a vyšší, přičemž dominantně dosahují absolutního maxima 100. V těchto případech se jedná o striktně jednosměrné destinace, kam studenti pouze vyjíždějí bez jakékoliv reciproční aktivity. Z tohoto převládajícího vzorce se vymyká pouze Nigérie a Jihoafrická republika, které jsou relativně vyrovnané, co se týče neutrální výměny. Zcela odlišnou dynamiku vykazuje skupina států se záporným indexem bilance, kam spadá Jihoafrická republika, Maroko a Kapverdy. Úplně nejnižší (zápornou) hodnotu indexu bilance v rámci kontinentu pak vykazuje Zambie, která se tak profiluje jako převážně příjezdová destinace pro příjezd studentů na Univerzitu Palackého.

Zajímavé analytické výstupy poskytuje hodnocení využití smluvního potenciálu. I přes nízký absolutní počet mobilit zde existují vysoce saturované smlouvy. Absolutního maxima dosahuje Keňa, kde na jednu smlouvu připadá 25 studentů, což z ní činí nejintenzivněji využívaný africký mobilitní uzel. Na opačném pólu stojí Jihoafrická republika s nejnižší mírou využití pouhých 3,3 studenta na jednu smlouvu. U ostatních afrických destinací, pokud nedocházelo k výkyvům spojeným se vznikem či zánikem mobilitních toků, zůstával tento ukazatel relativně stabilní.

Při pohledu na celoafrické časové trendy lze konstatovat, že míra využití smluvního potenciálu byla podobně jako v Evropě převážně konstantní, přičemž nejvýraznější nárůst byl zaznamenán v akademickém roce 2022–2023, kdy průměr dosáhl hodnoty 5,1 studenta na smlouvu. Pozoruhodný je ovšem vývoj celkového afrického indexu bilance. Ten vykazoval po většinu sledovaného období jasně klesající trend. Zcela zásadní obrat však nastal v posledním sledovaném roce, kdy hodnota indexu dramaticky skočila z hodnoty -60 na 4,6. Tímto skokem se africký kontinent v meziročním srovnání transformoval z výrazně příjezdové destinace do rovnovážného, neutrálního stavu.

7.1.3 Asie

Tento region se vyznačuje nejvýraznějšími extrémy, obrovskou fluktuací a zvraty, které ostře kontrastují se stabilnějším evropským prostředím. Z dat jednoznačně vyplývá, že interakce s asijskými institucemi mají často silně asymetrický charakter a jsou náchylné na vnější geopolitické i celospolečenské vlivy. Při pohledu na sumární celokontinentální vývoj lze identifikovat poměrně volatilní trajektorii. Na začátku sledovaného období vykazovala Asie silnou orientaci na výjezdy, kdy se celkový index bilance pohyboval vysoko okolo hodnoty 70. Následně však začal tento trend strmě klesat, až se v akademickém roce 2018–2019 propadl do výrazně záporných čísel (-42), což znamenalo dominanci příjezdů. Konec sledovaného období ovšem přinesl další radikální obrat a index se vrátil zpět do kladných čísel, kdy se ustálil na hodnotě 48,7. Skoro opačnou vývojovou křivku opsala míra využití smluvního potenciálu. Mezi akademickými roky 2016–2017 a 2018–2019 se držela na úrovni přes 5 studentů na jednu smlouvu. Pandemický rok 2020–2021 pak přinesl pochopitelný propad na absolutní minimum, ze kterého se asijský mobilitní prostor v posledním období začal opět mírně zotavovat.

V rámci detailnějšího pohledu disponuje asijský kontinent státy s naprosto bezprecedentní mírou využití smluvního potenciálu. Rekordmanem v rámci Asie je Čína,

kde míra využití dosahuje extrémních 81,1 studenta na jednu smlouvu. Hned za ní následuje Indonésie s hodnotou 53,8 studenta na smlouvu. Tyto vysoké hodnoty poukazují na extrémní využití smluv v těchto zemích. Na opačném pólu pak stojí státy jako Filipíny, Myanmar, Írán, Irák a Palestina, kde je míra využití smluvního potenciálu naprosto minimální. Kritický vývojový trend z hlediska smluvních vazeb lze pozorovat u Ruské federace, kde docházelo v čase k systematickému a strmému poklesu této sledované veličiny. Zatímco v prvním sledovaném období je míra využití smluvního potenciálu (29,6 studenta na smlouvu) relativně vysoká, ve druhém období se propadla téměř na polovinu (15,6). Tento klesající vývoj vyvrcholil ve třetím období naprostým přerušением mobilních toků, k němuž došlo především v důsledku geopolitických proměn a bezpečnostních omezení spojených s konfliktem mezi Ruskem a Ukrajinou. Navzdory existenci šesti platných meziinstitucionálních smluv tak kleslo využití potenciálu na absolutní nulu a v daném období se neuskutečnila žádná mobilita.

Pro asijský prostor je dále charakteristický obrovský shluk států, které fungují čistě jako jednosměrné výjezdové destinace, přičemž jejich index bilance dosahuje absolutního maxima 100. Do této rozsáhlé skupiny patří: Arménie, Bangladéš, Kambodža, Indie, Irák, Jordánsko, Libanon, Malajsie, Mongolsko, Omán, Pákistán, Palestina, Papua-Nová Guinea, Filipíny, Saúdská Arábie, Singapur a Srí Lanka. Tyto lokality jsou pro studenty atraktivní z hlediska výjezdů, avšak z tamních institucí nepřijíždí zpět na UP ani jeden student. Zcela inverzní anomálií je v tomto ohledu Brunej Darussalam, která figuruje jako pouze příjezdová destinace s indexem -100. Tato spolupráce, navázaná výhradně až ve třetím sledovaném období, vygenerovala pouze příjezdy tamních studentů na Univerzitu Palackého bez jakékoliv výjezdové stopy.

Největší analytickou zajímavostí je dynamické inverze v mobilních tocích, a to u Íránu a Turecka. Írán v prvních dvou sledovaných obdobích fungoval striktně jako příjezdová destinace (index -100). Ve třetím období však došlo k naprosté inverzi, směr mobilit se okamžitě překlopil do opačného extrému (100) a Írán se stal exkluzivní výjezdovou destinací. Tento skokový obrat je v rámci celého datového souboru zcela výjimečný. Naopak příkladem postupné stabilizace je Turecko. V prvních dvou obdobích u něj prudce narůstal podíl příjezdějících studentů, což vyústilo ve výrazně záporný index bilance (-68,8 ve druhém období). Během třetího období se však tyto silně asymetrické nůžky podařilo zcela uzavřít a mobilní tok se perfektně vyrovnal na neutrální index s hodnotou 0. Turecko se tak z čistě příjezdového prostředí transformovalo do vyváženého partnera.

7.1.4 Austrálie a Oceánie

Kontinent Austrálie a Oceánie plní v celkové mobilní strategii Univerzity Palackého marginální, avšak z analytického hlediska specifickou roli. Interpretace veškerých časoprostorových trendů v tomto regionu je fundamentálně ovlivněna extrémně nízkým objemem mobilit (tedy i dat), neboť za celé sledované období bylo realizováno pouhých 27 výjezdů, a to při naprosté absenci příjezdů či dokonce smluv. Tato skutečnost představuje zcela ojedinělou anomálii, která zásadním způsobem formuje výsledné grafické i statistické výstupy.

Z hlediska indexu bilance se tento kontinent profiluje jako exkluzivní a striktně jednosměrná exportní destinace. Ve všech sledovaných obdobích, kdy se mobilita uskutečnila, dosáhl index bilance absolutního maxima s hodnotou 100, což exaktně potvrzuje, že interakce sestávaly výhradně z výjezdů olomouckých studentů. Geograficky je tato asymetrická vazba redukována na pouhé dva cílové státy, a to Austrálii

a Nový Zéland. Jedinou výjimku a přerušení tohoto setrvalého stavu představoval akademický rok 2021–2022, během něhož nedošlo k žádné mobilitě, a z tohoto důvodu pro tento konkrétní rok index bilance zcela chybí.

Zcela nestandardní situace pak nastává při hodnocení míry využití smluvního potenciálu. Vzhledem k faktu, že pro oblast Austrálie a Oceánie nebyly v průběhu celého sledovaného období evidovány žádné platné meziinstitucionální smlouvy, nelze tento analytický ukazatel vůbec stanovit.

7.1.5 Severní Amerika

Skupina států, zahrnující Nikaraguu, Honduras, Guatemala, Salvador a Kostariku, se v rámci datového souboru profiluje výhradně jako výjezdová zóna. U všech těchto států dosahuje index bilance mobilit absolutního maxima 100, což znamená, že interakce spočívaly čistě ve výjezdech studentů UP. Tyto vazby jsou však časově velmi nestabilní. Výjezdy do těchto destinací neprobíhaly kontinuálně napříč všemi třemi obdobími, nýbrž se vyznačují silnou roztržitostí a nahodilostí, do některých států se vyjíždělo pouze v prvním období, do jiných výhradně ve druhém či třetím.

Zcela odlišnou, avšak neméně zajímavou vývojovou trajektorii nabízí Kanada. Ta se etablovala jako mimořádně atraktivní a stabilně rostoucí výjezdová destinace. Její index bilance v čase setrval a razantně posiloval: z hodnoty 28,5 v prvním období vzrostl na 41,1 ve druhém a ve třetím období vystoupal až na 85,7. Kanada tak představuje destinaci, kam studenti směřují se stále rostoucí intenzitou, aniž by docházelo k odpovídajícímu nárůstu příjezdů kanadských studentů.

Zásadně opačný pól mobilitních toků v severoamerickém prostoru reprezentují Mexiko a Dominikánská republika, jež vykazují nejnižší (nejhlubší záporné) hodnoty indexu bilance. Dominikánská republika se do mobilitní sítě zapojila až ve třetím sledovaném období, a to s hlavní dominancí příjezdů.

Významnou analytickou anomálií je ovšem Mexiko. V prvním období zde index bilance dosahoval hodnoty -53, ve druhém období se držel na podobné úrovni -47 a ve třetím období se propadl na absolutní minimum -100, což indikuje čistě jednosměrný příliv mexických studentů do Olomouce. S tímto státem se navíc pojí kritické zjištění v oblasti smluvních vazeb. Ačkoliv z celkového historického pohledu patří Mexiko (společně s USA) k zemím s vůbec nejvyšší mírou využití smluvního potenciálu na kontinentu, v posledních dvou obdobích u Mexika tento potenciál formálně zcela zanikl. Pro druhé a třetí období totiž nebyly evidovány žádné platné meziinstitucionální smlouvy.

Klesající tendenci ve využívání smluv lze pozorovat i u Spojených států amerických. Ačkoliv USA vykazovaly v prvním období velmi vysokou míru využití smluvního potenciálu (30,5), v následujících obdobích tato intenzita postupně a systematicky klesala až na 8.

Při agregaci dat do celokontinentálního pohledu se severoamerický prostor ukazuje jako vysoce volatilní. Celkový index bilance začínal na začátku sledovaného období v pozitivních číslech (s hodnotou 46), což reflektovalo převahu výjezdů. V akademickém roce 2017–2018 ovšem došlo k radikálnímu zlomu a index se skokově propadl na hodnotu -63 (silná dominance příjezdů). Od tohoto bodu však bilance nastartovala dlouhodobý a stabilní růstový trend, který, s drobnými výkyvy, vyvrcholil na konci sledovaného období silně pozitivní hodnotou 66,1.

Tento dramatický výkyv v roce 2017–2018 je úzce provázán s anomálií v celkové míře využití smluvního potenciálu. Tento ukazatel startoval na hodnotě 4,5 studenta na jednu

smlouvu, avšak právě v akademickém roce 2017/2018 zaznamenal extrémní vrchol, kdy na jednu smlouvu připadalo v průměru rekordních 12,7 studenta. Po tomto bezprecedentním náporu na smluvní síť intenzita prudce opadla (na hodnotu 6,6) a ve zbytku sledovaného období se pohybovala v relativně nízkém a stabilním pásmu mezi 0,5 až 4,4 studenty na jednu smlouvu.

7.1.6 Jižní Amerika

Vývoj celkového indexu bilance mobilit vykazuje výrazné fluktuace, které jsou svou celkovou dynamikou srovnatelné s africkým kontinentem. V akademickém roce 2017–2018 dosáhl index bilance absolutního maxima (100), což indikovalo výhradní orientaci na výjezdy. Následující období však bylo charakteristické dlouhodobým poklesem, který kulminoval v akademickém roce 2021–2022 dosažením silně záporné hodnoty -70 (značná dominance příjezdů). Během posledních dvou sledovaných let ovšem došlo k opětovné strukturální transformaci a index bilance vzrostl na konečnou kladnou hodnotu 50.

Tato makroregionální nestabilita je primárně determinována vývojem u dvou klíčových partnerů univerzity, u nichž došlo v průběhu sledovaných období k zásadní inverzi směřovosti mobilitních toků. Analyticky nejvýznamnější obrat zaznamenala Argentina. V prvním sledovaném období fungovala výhradně jako zdrojová země pro příjezdy na Univerzitu Palackého (index -100). Ve druhém období se bilance posunula do kladných hodnot (50) a ve třetím období se Argentina transformovala v čistě exportní destinaci (index 100). Opačným vývojovým trendem prošla Brazílie, která se z původně čistě výjezdové destinace (index 100) překlopila ve třetím období do výrazně importního charakteru s indexem bilance -50.

Z hlediska míry využití smluvního potenciálu vykazují Brazílie a Argentina nejvyšší hodnoty v rámci celého jihoamerického kontinentu. Brazílie dosahuje míry využití na úrovni 15, bezprostředně následována Argentinou s hodnotou 14 studentů na smlouvu. Vývoj tohoto ukazatele za celý kontinent jako celek vykazuje podobné rysy jako v evropském prostoru. Dlouhodobě stagnuje na relativně nízkých hodnotách, přičemž zřetelně reflektuje restriktce spojené s pandemií v akademickém roce 2020–2021 a následné mírné oživení v ročníku 2022–2023, kdy míra dosáhla hodnoty 5.

Zbývající analyzované státy jihoamerického kontinentu, konkrétně Uruguay, Peru, Chile, Ekvádor a Bolívie, tvoří z hlediska mobilitních vzorců stabilní, avšak striktně asymetrický celek. Ve všech sledovaných obdobích, kdy byla v těchto státech zaznamenána jakákoliv mobilita, dosáhl index bilance 100. Tato skutečnost exaktně prokazuje, že zapojení těchto států do internacionalizačních aktivit je realizováno výhradně prostřednictvím výjezdů studentů UP.

7.2 Fakultní struktura mobilit

K popisu situací na jednotlivých fakultách UP bylo využito statických výstupů fakultních struktur výjezdů a příjezdů, které jsou popsány v kapitole 6.2 a 6.3. Pro objektivní zhodnocení vývoje mobilit v čase bylo nezbytné také pracovat s relativními ukazateli, konkrétně s podílem výjezdů a příjezdů. Tento indikátor exaktně vyjadřuje procentuální zastoupení mobilních studentů vůči celkovému počtu studentů fakulty v daném akademickém roce.

Při aplikaci tohoto ukazatele na celouniverzitní výjezdy, lze konstatovat, že v předpandemickém období vykazoval podíl vyjíždějících studentů značnou stabilitu

a dlouhodobě osciloval kolem hodnoty 5 %. S nástupem globální pandemie COVID-19 a zavedením mezinárodních restrikcí však došlo k 50% útlumu, což se projevilo strmým propadem tohoto ukazatele na poloviční hodnotu (2,5 %). Tato vynucená stagnace měla nicméně pouze dočasný charakter. Během následujících dvou let se podíl výjezdů vrátil na svou výchozí pětiprocentní úroveň, na které si udržel stabilitu až do samotného závěru sledovaného období.

Odlišnou a podstatně dynamičtější trajektorii zaznamenal podíl příjezdů. Před vypuknutím pandemické krize vykazovaly příjezdy silně rostoucí tendenci, během níž se jejich podíl kontinuálně zvyšoval z výchozích 1,5 % až na úroveň 6,3 %. Stejně jako v případě výjezdů i zde pandemie zapříčinila radikální strukturální šok doprovázený prudkým 71% pádem na 1,8 %. Následná postpandemická obnova však byla v případě příjezdů mimořádně prudší. S dvouletým odstupem od krizového propadu se podíl nejenže vrátil na původní hodnoty, ale s výslednými 6,7 % dokonce ustanovil nové maximum celého zkoumaného desetiletí. Navzdory této vrcholné akceleraci však samotný závěr sledovaného období přinesl nečekaný pokles, v jehož důsledku se konečný podíl příjezdějících studentů zastavil na hodnotě 2,5 %.

7.2.1 Filozofická fakulta (FF)

Při komplexním hodnocení časoprostorových vzorců studentské mobility na Univerzitě Palackého v Olomouci zaujímá Filozofická fakulta dominantní postavení. Z hlediska celouniverzitního srovnání vykazuje Filozofická fakulta nejvyšší hodnoty participace na studentských mobilitách. V celkových číslech se jedná o 37,6 % všech realizovaných výjezdů v rámci univerzity, přičemž u příjezdů tento podíl činí 32,2 % ze všech fakult. Z časového hlediska lze u výjezdů studentů FF pozorovat relativně stabilní trend, kdy se podíl vyjíždějících studentů (vůči celkovému počtu studujících na fakultě) pohyboval kolem 7 až 8 %. K signifikantnímu propadu na úroveň 4,2 % došlo v důsledku restrikcí spojených s pandemií COVID-19, jenž globálně omezil fyzickou mobilitu. Zcela odlišnou a dynamičtější křivku vykazovaly příjezdy zahraničních studentů na fakultu. Relativní podíl příjezdů nejprve vzrostl na hodnotu 10,3 %, avšak následně se v důsledku pandemie propadl až na 1,8 %. V období post-covidové obnovy došlo ke skokovému nárůstu zpět na 10,1 %, nicméně v posledním sledovaném akademickém roce tento podíl klesl na 3,3 %.

Evropa představuje z hlediska absolutních i relativních čísel stěžejní region studentské výměny, což je objektivně dáno geografickou polohou a masivní podporou evropských mobilitních programů (např. Erasmus+). U příjezdových mobilit dominují především státy střední, východní a jižní Evropy, jmenovitě Polsko, Ukrajina, Maďarsko a Itálie, které jsou doplněny o příjezdy z Malty, Dánska a Estonska. V případě výjezdů studentů FF je geografický rozptyl širší a silně se orientuje na státy západní a střední Evropy. Mezi cílovými destinacemi figurují Španělsko, Francie, Belgie, Nizozemsko, Německo, Rakousko, a dále Lucembursko, Polsko, Itálie, Malta či Lotyšsko. Z analýzy vyplývá, že zatímco příjezdějící studenti pocházejí spíše z východních a středoevropských států, olomoučtí studenti preferují pro své zahraniční studijní pobyty země západní Evropy, což může odrážet socioekonomické a jazykové preference vyjíždějících. Asijský kontinent představuje pro Filozofickou fakultu strategickou oblast s obrovskou převahou oproti ostatním fakultám univerzity. Filozofická fakulta v tomto regionu dominuje napříč univerzitou jak v příjezdech, tak ve výjezdech. Nejfrekventovanějšími destinacemi s intenzivní dvousměrnou výměnou jsou Jižní Korea, Japonsko, Indonésie a Rusko. V prostoru Latinské Ameriky lze identifikovat vysoce specifický prostorový vzorec. Výjezdy

studentů Filozofické fakulty se zde koncentrují dominantně do jižní části jihoamerického kontinentu. V Africe má FF specificky zaměřené lokality malými počty studentů. Mobilita je soustředěna především do států jako je Namibie, Mosambik a na Kapverdské ostrovy.

7.2.2 Pedagogická fakulta (PdF)

Z hlediska celkového objemu realizovaných mobilit zaujímá PdF druhé místo univerzity, přičemž se podílí 14,7% podílem na celkových výjezdech a dokonce 22,4% podílem na příjezdech zahraničních studentů. Z hlediska relativní participace, tedy podílu studentů absolvujících mobility na celkovém počtu studentů fakulty, se výjezdová aktivita před vypuknutím pandemie COVID-19 pohybovala stabilně okolo hranice 4 %. Následný šok způsobil propad této hodnoty na 0,6 %. Příjezdová agenda vykazovala ještě vyšší relativní intenzitu, kdy lokální maximum v akademickém roce 2018–2019 dosáhlo 7,5 %. Po pandemickém poklesu, stejně jako u příjezdů na 0,6 % , došlo k částečnému oživení s novým vrcholem na úrovni 5,6 %, po němž však následovala korekce na 2 %.

V rámci mimoevropských lokalit představují výrazný uzel Spojené státy americké, které si ve všech tří sledovaných obdobích udržely absolutní dominanci v příjezdové mobilitě na PdF UP. Opačný směr toku, tedy výjezdy studentů do USA, však vykazuje klesající tendenci. Odlišnou dynamiku lze pozorovat v asijském prostoru. V případě Číny zaznamenala fakulta v prvním období druhý nejvyšší podíl výjezdů do tohoto státu, avšak v následujících obdobích došlo k výraznému útlumu až k téměř zanedbatelným hodnotám. Obdobný vývoj potkal i Indonésii, kde počáteční prvenství v podílu výjezdů vystřídal plynulý pokles. Naopak příkladem zvyšující se tendence je Kazachstán, kde ve třetím období dominovala fakulta jak v příjezdech, tak i ve výjezdech. V evropském prostoru pak z hlediska výjezdů zaujímají klíčové místo Slovensko a Řecko, byť s opačným vývojovým trendem. Slovensko si sice zachovává nejvyšší podíl výjezdů v rámci UP, avšak v čase tento podíl plynule klesá. Řecko naopak představuje rostoucího partnera, jehož podíl na výjezdech v každém dalším období vzrůstal. Geografickou mozaiku evropských mobilit doplňuje severní a západní Evropa. Skandinávské země vykazují stabilní zájem ze strany vyjíždějících studentů PdF UP. V oblasti příjezdů z této oblasti si silnou pozici drží Švédsko, zatímco u Norska je patrný mírný pokles. Významný posun byl zaznamenán u západní Evropy, kde vedle stabilně rostoucího Irska hraje roli Nizozemsko. Zatímco v prvních dvou obdobích tvořili nizozemští studenti na PdF UP spíše okrajovou skupinu, ve třetím období fakulta skokově převzala dominantní podíl v rámci celé univerzity.

7.2.3 Přírodovědecká fakulta (PřF)

Při zkoumání podílu výjezdů lze pozorovat počáteční pokles z hodnoty 4,8 % na 3,3 % v akademickém roce 2015–2016. Tento útlum byl následně vystřídán obdobím stabilního růstu, který v roce 2018–2019 kulminoval na hodnotě 4,3 %. Následný propad na úroveň 2,6 % v akademickém roce 2020–2021, nejpravděpodobněji způsobený pandemií. V post-pandemickém období se podíl vyjíždějících studentů stabilizoval na 3,9 %. Podobný trend lze sledovat i u příjezdových mobilit, kde fakulta po pandemii dosáhla svého maxima v akademickém roce 2022–2023 s podílem 2,2 % zahraničních studentů.

Africký region představuje vysoce asymetrický, avšak strategicky klíčový prostor. Z hlediska příjezdových mobilit si univerzita udržuje dominantní a stabilní postavení, přičemž největší zastoupení přijíždějících studentů dlouhodobě generují státy jako Maroko, Zambie, Tanzanie a Jihoafrická republika. Zcela odlišnou, vysoce fluktuující trajektorii

vykazují výjezdy studentů Univerzity Palackého do tohoto regionu. V prvním sledovaném období směřovaly výjezdové toky primárně do Rwandy, Tanzanie, Malawi a Zambie. Ve druhém období došlo k výrazné prostorové redukci, kdy byla mobilita omezena pouze na Ugandu a v menší míře na Tanzanii. Ve třetím období naopak pozorujeme opětovnou expanzi a diverzifikaci destinací, s dominantním zastoupením Jihoafrické republiky, kterou doplnily výjezdy do Maroka, Beninu, Tanzanie a Angoly.

V prvním analyzovaném období na evropského kontinentu vykazovala data značnou geografickou disperzi, kdy podstatnou část příjezdů tvořili studenti ze Srbska, Bosny a Hercegoviny a Běloruska.

Při přechodu do druhého a následně i třetího období se však struktura příjezdů transformovala a ustálila výhradně na dvou dominantních zdrojových zemích: Bosně a Hercegovině a Srbsku.

Analýza výjezdových mobilit na americký kontinent odhaluje extrémní míru časoprostorové fluktuace, která znemožňuje definovat v tomto regionu dlouhodobý stabilní trend. V prvním období tvořilo velký podíl amerických výjezdů Peru. Ve druhém období došlo k radikálnímu přesunu pozornosti, kdy se zcela dominantní destinací stala Guatemala, doplněná o významný podíl výjezdů do Kolumbie. Třetí období pak přineslo další kompletní restrukturalizaci směrem do Karibiku a Střední Ameriky, přičemž největších podílů dosahovala Dominikánská republika a Kostarika. Dále tvořil výhradní zastoupení výjezdů na Nový Zéland v prvních dvou sledovaných obdobích. Asijský kontinent naproti tomu vykazuje specifickou lokalizaci s největším zastoupením mobilit z oblastí jihovýchodní, jižní a střední Asie, jmenovitě z Vietnamu, Myanmaru, Bhútánu a Kyrgyzstánu.

7.2.4 Lékařská fakulta (LF)

Z hlediska celouniverzitního objemu se na příjezdových mobilitách podílí pouze 4,6 %, což ji řadí na předposlední pozici mezi všemi součástmi univerzity. Zcela odlišný stav však panuje v případě studentských výjezdů, kde fakulta dosahuje podstatně silnějšího zastoupení s podílem 12,4 %. V případě podílu příjezdů ku studentům lze pozorovat dlouhodobou stagnaci. Od počátku sledovaného období až do konce pandemie COVID-19 se podíl příjezdů pohyboval pod hranicí 2 % kdy v akademickém roce dosáhl hodnoty 0,7 %. K výraznějšímu, avšak pouze dočasnému oživení došlo v akademickém roce 2022–2023, kdy sledovaná hodnota vzrostla o 2,8 procentních bodů na úroveň 3,5 %. Tento trend však nebyl udržen a následně nabral opětovně klesající tendenci s propadem na 1 %. U výjezdů vlastních studentů je vývojová křivka diametrálně odlišná a znatelně dramatičtější. Od začátku zkoumaného období až do akademického roku 2016–2017 se relativní podíl výjezdů stabilně držel okolo hodnoty 4 %. O dva roky později zaznamenal nárůst na lokální maximum 7 %, které bylo následně přerušeno pandemickým šokem s očekávatelným propadem, konkrétně na úroveň 3,2 %. Po odeznění globálních omezení ovšem výjezdová aktivita začala strmě růst k novému maximu ve výši 7,8 %, přičemž tento podíl se fakultě podařilo udržet až do konce sledovaného období.

V evropském prostoru nedisponuje Lékařská fakulta vyloženě plošnou dominantní pozicí. Její výjezdové kapacity jsou rovnoměrně rozprostřeny takřka po celém kontinentu, přičemž největší zastoupení si dlouhodobě udržují Slovinsko a Velká Británie. Zvláštní situace pak nastává u evropských příjezdových mobilit, kde se jako hlavní a silně zastoupené zdrojové uzly profilují Portugalsko a Rumunsko. Evropskou partnerskou síť doplňuje Kypr s velmi silným zastoupením LF.

Extrémní dominanci však LF UP prokazuje mimo evropský kontinent. Mimořádný strategický význam představuje asijský prostor a oblast Blízkého východu. V posledním sledovaném období si fakulta vybudovala dokonce stoprocentní převahu v příjezdových mobilitách z Vietnamu. Výjezdová mobilita studentů pak masivně a cíleně směřuje do rozsáhlého geografického pásu jižní a jihovýchodní Asie, konkrétně do Pákistánu, Indie, Bangladéše, Thajska, Singapur a Malajsie. V těchto zemích zaujímá Lékařská fakulta naprosto dominantní podíl ze všech fakult UP. Obdobně velkou dominanci plní LF ve státech Blízkého východu, jmenovitě s Izraelem, Jordánskem, Irákem a Libanonem.

Na americkém kontinentu představují v rámci výjezdů olomouckých studentů nejvýznamnější a nejfrekventovanější uzly Honduras a Brazílie, kde ale podíl výjezdů LF v průběhu celého období klesal.

Na africkém kontinentu se pak fakulta soustředí takřka výhradně na participaci v severních přímořských státech, kde je ale větší volatilita a střídají se různé státy napříč sledovanými časovými úseky.

7.2.5 Fakulta tělesné kultury (FTK)

Fakulta tělesné kultury představuje stabilní a vysoce specializovanou součást mezinárodního prostředí Univerzity Palackého v Olomouci. Z hlediska celkového objemu univerzitních mobilit se tato fakulta podílí 7,6% podílem na výjezdech a srovnatelných 6,3 % na příjezdech. Časové řady odhalují u obou směrů mobilit zcela odlišný charakter vývojových trendů. U výjezdových mobilit nebyly v průběhu sledovaných období zaznamenány žádné skokové či dramatické výkyvy, avšak je prokazatelný postupný dlouhodobě klesající trend, kdy relativní hodnota vyjíždějících klesla z počátečních 5,1 % na 3,8 % v posledním sledovaném období. Odlišný vzorec vykazuje časová osa příjezdových mobilit, kde fakulta demonstruje vysokou míru časové stability. Trend u příjezdů nelze charakterizovat jako klesající ani stoupající, jelikož hodnoty se konstantně drží v jasně ohraničeném intervalu od 1,6 % do 4,0 %.

V transkontinentálním prostoru je naprosto dominantní destinací Kanada, jež si udržela suverénní prvenství napříč všemi třemi sledovanými obdobími. Tato destinace představuje klíčového partnera fakulty a vykazuje plně symetrický obousměrný vzorec, jelikož se tento trend silně zrcadlí jak v případě výjezdů studentů UP, tak u příjezdů studentů zahraničních. Výrazným specifickým a asymetrickou anomálií je naopak Írán, ze kterého na fakultu přijížděli zahraniční studenti suverénně nejčastěji během prvního a druhého období, zatímco výjezdy studentů fakulty do této oblasti vůbec zaznamenány nebyly. Další specifickou oblastí vykazující silnou vazbu výhradně na výjezdové mobility je Austrálie a Oceánie. Zde je významnou lokalitou Nový Zéland, který se stal dominantní výjezdovou destinací ve třetím období, přičemž tyto výjezdy byly v rámci celé univerzity realizovány exkluzivně studenty této fakulty. V předcházejícím druhém období byla v tomto regionu preferována Austrálie. Vizualizace dat navíc odhalila výskyt časově ohraničených shluků v netradičních a rozvojových destinacích. Tento fenomén se projevil zejména ve druhém sledovaném období, kdy bylo zaznamenáno většinové zastoupení mobilit do zemí jako Nikaragua, Ghana či Island, a částečně se na těchto výjezdech podílel také Vietnam. Tyto specifické toky měly časově ohraničený charakter a neopakovaly se v prvním ani ve třetím období. Z celkového pohledu je nutné uvést, že vzhledem k menšímu objemu mobilit u mimoevropských příjezdů je zde prostorový rozptyl logicky méně extenzivní než u výjezdů.

V rámci evropského kontinentu vykazuje unikátní a mimořádně vyváženou obousměrnou spolupráci Černá Hora, jenž dosahuje významných hodnot nejen u výjezdů, ale také u příjezdů. Toky vyjíždějících studentů v jižní Evropě směřují dále podstatnou měrou do Portugalska. Z regionálního hlediska vizualizace odhalila výrazné zastoupení severských států, jež se těší dlouhodobému zájmu vyjíždějících studentů, přičemž dominantní zastoupení mají Norsko a Finsko. Naopak jako významné zdrojové oblasti pro příjezdovou mobilitu vystupují v evropském kontextu státy jižní Evropy a Belgie s Litvou, jež se obě řadí mezi země s poměrně velkým zastoupením přijíždějících studentů.

7.2.6 Právnická fakulta (PF)

Z hlediska celkového objemu mobilit na univerzitě tvoří podíl Právnické fakulty u výjezdů vlastních studentů 7,5 %, zatímco v případě příjezdů zahraničních studentů je tento podíl mírně vyšší a dosahuje hodnoty 9,6 %. Analýza odchozí mobility odhalila kontinuálně klesající tendenci, kdy podíl vyjíždějících studentů plynule klesal z počátečních hodnot okolo 7 % až na úroveň 3 %. Je nutné zdůraznit, že tento pokles probíhal stabilně a bez markantnějších výkyvů. Zcela odlišný časový vývoj byl však zaznamenán u přichozích mobilit. V počátcích sledovaného období začínal podíl příjezdů na hodnotě 2 %, ze které následně vykazoval stabilní růstový trend, a to až do akademického roku 2018–2019. V tomto akademickém roce dosáhl příjezdový podíl svého maxima, a to 9,4 %. Následně došlo v důsledku zmíněné pandemie k signifikantnímu propadu na úroveň 4,1 %. V post-covidovém období se hodnoty nicméně stabilizovaly a v navazujících letech se systematicky držely v rozmezí 4 % až 6 %.

V rámci globálního, respektive mimoevropského kontextu se z hlediska příjezdů na Právnickou fakultu ukázala jako dominantní oblast Jižní Ameriky. Fakulta si v tomto regionu drží značný podíl na mobilitách, a to primárně díky vysokému počtu příjezdů z Brazílie a Argentiny. Z afrického kontinentu pak vyvstává jako významný bod analýzy Nigérie, neboť ve třetím sledovaném období zaznamenala tato země stoprocentní podíl všech příjezdů právě na Právnickou fakultu. Na evropské úrovni poskytuje analýza dat z hlediska koncentrace i fluktuace mobilit komplexnější výsledky. Nejvyšší celkové zastoupení příjezdů na Právnickou fakultu v evropském kontextu vykazují Francie, Itálie, Rakousko a rovněž samotná Česká republika. Z regionu východní Evropy se jako významné projevilo Moldavsko, ze kterého v průběhu druhého sledovaného období směřovalo 100 % zaznamenaných mobilitních příjezdů exkluzivně na Právnickou fakultu. V prvním sledovaném období činil podíl rakouských studentů na Právnické fakultě zhruba 50 % z celkových univerzitních příjezdů z této země. Ve druhém období tento podíl strmě vzrostl na téměř 75 %, avšak v posledním definovaném období naopak došlo k výraznému poklesu. I přes tyto výrazné fluktuace lze nicméně konstatovat, že za celé zkoumané časové rozpětí si Rakousko udržuje nadpoloviční zastoupení mobilit směřujících na tuto konkrétní fakultu.

7.2.7 Cyrilometodějská teologická fakulta (CMTF)

Cyrilometodějská teologická fakulta se v rámci Univerzity Palackého v Olomouci vyznačuje specifickými charakteristikami zahraniční mobility, přičemž z hlediska celkového objemu patří k nejméně zastoupeným součástem univerzity. Co se týče příjezdů zahraničních studentů, fakulta tvoří pouhých 1,6 % z celkového univerzitního počtu, což představuje absolutně nejnižší hodnotu ze všech fakult. V případě výjezdů je tento podíl

druhý nejnižší a dosahuje hodnoty 5,1 %. Při analýze relativního podílu vyjíždějících studentů vůči celkovému počtu studujících na fakultě lze identifikovat zřetelnou vývojovou dynamiku. Od počátku sledovaného období tento podíl stabilně rostl z 0,7 % na 7,6 % v akademickém roce 2018–2019. Následně však došlo k razantnímu propadu na úroveň 1,9 % z důvodu pandemie. Po odeznění globálních omezení se podíl vyšplhal na lokální maximum 5,8 % a posléze prošel mírným poklesem na 3,7 %. Vývoj příjezdových mobilit vykazuje podobné znaky jako u Přírodovědecké fakulty, s podílem oscilujícím ve velmi nízkých hodnotách od 0 % na počátku zkoumaného období po 2,8 % v akademickém roce 2022–2023. Tento vývoj nebyl lineární, přičemž v letech 2016–2017 a 2020–2021 byly evidovány dva signifikantní propady.

V evropském prostoru a jeho bezprostředním okolí vykazují zahraniční aktivity CMTF odlišné časoprostorové vzorce, do nichž signifikantně promlouvají i příjezdy zahraničních studentů. Významnou zájmovou doménou jsou státy jižního Kavkazu, konkrétně Gruzie, Arménie a Ázerbájdžán. V tomto regionu si fakulta udržovala masivní zastoupení zejména během prvních dvou zkoumaných období. Gruzie zde figuruje jako jedna z mála destinací, ze které byl zaznamenán hmatatelný podíl příjezdových mobilit, a to ve druhém a třetím sledovaném období. Z hlediska příjezdů hrálo v těchto dvou obdobích důležitou roli také Bělorusko a Německo. Specifické a na univerzitní úrovni zcela monopolní postavení zaujímá v datech Vatikán, který představuje stálou a exkluzivní destinaci pro výjezdy teologické fakulty ve všech sledovaných letech. Další podstatný proud mezinárodních výměn směřuje na jihovýchod od České republiky. Trvalé a signifikantní partnerství udržuje fakulta v Maďarsku, Moldavsku, na Ukrajině a v Severní Makedonii. Z posledně jmenovaného státu byl navíc ve třetím období evidován podstatněji podíl příjezdových. Pozoruhodným zjištěním je vývoj u Černé Hory, která sice u výměn vykazovala 100% zastoupení Cyrilometodějskou teologickou fakultou, nicméně tato dominance byla koncentrována striktně pouze do prvního zkoumaného období. Z hlediska prostorového rozložení realizuje fakulta své mobility jak v evropském prostoru, tak v celosvětovém měřítku, přičemž mimoevropské destinace mají často úzce specializovaný a jednosměrný charakter. Fakulta v těchto oblastech vykazuje buď naprostou dominanci, nebo je dokonce jedinou součástí univerzity, která do daných lokalit mobilitu zprostředkovává. Na celosvětové úrovni (mimo Evropu) tvoří podstatu těchto kontaktů výjezdy, jelikož příjezdové aktivity z těchto regionů nejsou velmi zastoupeny. Typickým příkladem tohoto exkluzivního zapojení jsou státy východní Afriky, tedy Etiopie, Uganda, Keňa, Rwanda a Tanzanie. V rámci asijského kontinentu se pak aktivity soustředí přednostně do jižní Asie, konkrétně do Nepálu, Indie a na Sri Lanku. Nelze opomenout také výjezdovou oblast Jižní Ameriky, kam mobility směřují primárně v rámci Ekvádoru, Peru a Bolívie.

7.2.8 Fakulta zdravotnických věd (FZV)

Fakulta zdravotnických věd vykazuje v rámci Univerzity Palackého v Olomouci specifické a spíše marginální postavení co se týče mobilit, neboť její podíl na celkových univerzitních výjezdech činí pouhých 1,8 %, což představuje absolutně nejnižší hodnotu ze všech fakult. V případě příjezdů zahraničních studentů dosahuje podíl fakulty na celouniverzitním objemu 5,3 %. Podíl příjezdů vůči studentům odhaluje postupný pokles od počátku sledovaného období (z počátečních 4,4 %) až do akademického roku 2020–2021, kdy hodnota klesla na 2,2 %. V poslední fázi sledovaného období však prokazatelně nastal strmý růst až na 8,9 %, po kterém následoval drobný pokles na finálních 8,0 %. U výjezdů vlastních studentů se relativní podíl před nástupem pandemie onemocnění COVID-19 pohyboval stabilně kolem 3 %, s výjimkou mírného propadu na 1,5 % v akademickém roce

2016–2017. Pandemie následně způsobila extrémní pokles výjezdové aktivity na marginálních 0,1 %, přičemž do konce zkoumaného období setrval tento podíl pod hranicí 2 %.

Prostorové rozložení mobilit Fakulty zdravotnických věd je dominantně fixováno na evropský kontinent. Z hlediska příjezdových mobilit figurují jako jediná a absolutně dominantní destinace Spojené státy americké, přičemž tato exkluzivní vazba se projevila výhradně ve třetím sledovaném období. U studentských výjezdů lze identifikovat pouze minoritní a časově ohraničené výjimky z tradiční evropské orientace. Konkrétně se jedná o výjezdy do Hondurasu, jež byly zaznamenány v prvním sledovaném období, a o mobilitu na Srí Lanku ve třetím období, přičemž do těchto lokací vždy směřovala menší část vyjíždějících. Samostatné hodnocení těchto lokalit ukazuje, že mimoevropská spolupráce není systematicky diverzifikovaná a stálá.

Zásadní objem mobilitních toků FZV se realizuje v zemích severní a severovýchodní Evropy, přičemž integrace obou mobilitních směrů do společného geografického hodnocení odhaluje silnou asymetrii i vývojovou nestabilitu těchto vazeb. V prvním sledovaném období byla zřetelná silná obousměrná aktivita, kdy značná část příjezdů i výjezdů směřovala do Estonska, Lotyšska i Finska. Vývoj ve druhém období ovšem přinesl radikální divergenci, zatímco podíly studentů vyjíždějících do těchto severských a baltských lokací se s menšími rozdíly udržely, příjezdové mobility z baltských zemí se prakticky vytratily. Zásadní strukturální obrat následoval ve třetím období, pro které je signifikantní strmý a u Lotyšska dokonce úplný propad výjezdů. V přímém kontrastu k tomuto útlumu však příjezdové mobility ze zkoumaného regionu zaznamenaly masivní oživení, když se mezi mimořádně silné zdroje přijíždějících studentů zařadilo nejen Estonsko a Finsko, ale projevíly se též velmi vysoké poměry příjezdů z Norska. Během prvního sledovaného období sehrávaly v rámci příjezdových mobilit poměrně velkou, ačkoliv nikoli dominantní převahu Slovensko a Belgie. Právě tyto dva státy zabezpečily v příjezdech tolik potřebnou kontinuitu do druhého období, během něhož se k nim připojil rovněž mírný nárůst podílu z Chorvatska. Třetí období lze z hlediska přijíždějících studentů označit za výrazně příznivější. Kromě vysokého zastoupení v Belgii byly totiž evidovány velké podíly studentů z Rakouska a Slovinska. Důvodem k tomuto lokálnímu členění je přímý kontrast s vývojem u studentských výjezdů. V jejich případě byla během druhého zkoumaného období identifikována velmi podstatná aktivita na Balkán, konkrétně do Bulharska. Tento nový uzel spolupráce však postrádal ukotvenost, což se plně projevilo ve třetím období zcela fatálním poklesem a naprostým vymizením výjezdů do této země.

8 VÝSLEDKY

8.1 Výsledky geokódování

Cílem geokódování bylo nalézt odpovídající software, který by zaručil provést lokalizaci jednotlivých institucí na základě poskytnutých dat. Pro nalezení finálního řešení byly srovnány nástroje Geocoding Google Spreadsheets, Here Maps a Google Geocoding API. Požadavkům práce nevyhověly Google Sheet z hlediska nemožnosti zpracování rozsáhlých datových souborů a Here Maps z hlediska vágní přesnosti výstupů. Softwarové řešení pomocí Google Geocoding API poskytlo adekvátní řešení jak pro rozsáhlý objem dat i pro určení jednotlivých typů přesnosti. Byly tedy zpracovány veškerá data o příjezdech, výjezdech i smlouvách s partnerskými institucemi a bylo jim přiřazeno 23 unikátních typů přesnosti. Těchto 23 typů bylo v konečné fázi rozděleno do tří hlavních kategorií přesnosti: nejvyšší, střední a nejnižší.

8.2 Výsledek návrhu a implementace dashboardu

Výsledkem vizualizace dat o příjezdech, výjezdech a smlouvách s partnerskými institucemi je interaktivní dashboard. Toto řešení bylo zvoleno vzhledem k vysoké efektivitě při zobrazování prostorových dat. Ve fázi návrhu bylo rovněž posouzeno řešení pomocí vlastní tvorby webové aplikace s využitím javascriptové knihovny Leaflet. Tato varianta by však byla časově a technicky velmi náročná a v konečné fázi tak neefektivní. K návrhu dashboardu byla použita platforma ArcGIS Online, konkrétně nástroj Experience Builder. Vlastní dashboard je rozdělen do několika panelů. Ve středním panelu je umístěno mapové pole, které je dominantním prvkem celého dashboardu. V levém panelu je umístěn prostor pro filtrování záznamů, v pravém horním panelu je umístěn nástroj pro výběr území a dolní pravý panel je určen pro zobrazení dynamických interaktivních grafů a diagramů. Takto koncipovaný dashboard plně vystihuje a splňuje požadavky interaktivní vizualizace dat o příjezdech a výjezdech studentů a smlouvách s partnerskými institucemi. Dashboard je dostupný na odkazu:

<https://experience.arcgis.com/experience/49a54008dc9d4960aac90ad011102a39/>

8.3 Výsledky tvorby statických výstupů

Prostřednictvím komplexního kartografického zpracování dat o studentských zahraničních mobilitách na Univerzitě Palackého v Olomouci byla vytvořena ucelená sada statických mapových výstupů. Přestože stěžejním prvkem této bakalářské práce je interaktivní webový dashboard, tvorba statických map představuje nepostradatelnou součást dosažených výsledků. Z metodologického a prezentačního hlediska bylo nutné tyto výstupy vytvořit, neboť poskytují syntetický pohled na zkoumanou problematiku. Na rozdíl od dynamických prvků dashboardu je čtení statických výstupů nepodmíněné uživatelskou interakcí.

Za účelem vystižení časové dynamiky a exaktní identifikace strukturálních proměn v čase bylo celkové sledované období (1. 9. 2014 – 31. 8. 2024) dekomponováno do tří dílčích etap. První období pokrývá akademické roky od 1. 9. 2014 do 31. 8. 2018, druhé období představuje etapu od 1. 9. 2018 do 31. 8. 2022 a třetí období zachycuje vývoj od 1. 9. 2022 do 31. 8. 2024.

Prvním stěžejním výsledkem statické kartografické tvorby je výstup s názvem bilance mobilit. Zařazení tohoto výstupu bylo nezbytné pro exaktní oddělení států s rozdílným

charakterem výměny pomocí vytvořeného indexu bilance mobilit. Volba divergentní barevné stupnice v těchto mapách umožňuje okamžitou vizuální separaci států, které slouží primárně jako cílové destinace olomouckých studentů, od států, z nichž studenti na UP převážně přijíždějí. Dosažený mapový výstup tak na první pohled odkrývá silně asymetrické vazby a regionální anomálie.

Druhým logicky navazujícím statickým výsledkem je výstup využití smluvního potenciálu. Tento specifický analytický pohled byl do sady finálních výstupů zařazen především pro svou strategickou hodnotu. Zobrazený výsledek tak exaktně demonstruje efektivitu partnerství a poskytuje objektivní podklad. Na jeho základě lze spolehlivě identifikovat vysoce saturované smluvní destinace, stejně jako méně využívané smlouvy.

Třetí a čtvrtou součástí statických výsledků tvoří samostatné kompozice zaměřené na fakultní strukturu mobilit, zpracované odděleně pro výjezdy a příjezdy. Tyto mapové výstupy využívají metodu strukturního kruhového kartodiagramu, která v jednotlivých státech zobrazuje zastoupení jednotlivých fakult a zároveň intervalově vyjadřuje počet realizovaných mobilit, přičemž kompozici doplňují grafy znázorňující podíl mobilit na celkovém počtu studentů každé fakulty.

Lze konstatovat, že tyto statické výstupy ve své finální podobě tvoří ucelený analytický aparát, který úspěšně naplňuje stanovené cíle práce. Zvolené kartografické a vizualizační metody podpořily transformaci rozsáhlých datových souborů zdrojových dat do srozumitelných, informativně bohatých a esteticky vyvážených kompozic.

8.4 Výsledky časoprostorové analýzy

Časoprostorová analýza odhaluje, že systém studentských mobilit na Univerzitě Palackého v Olomouci je vysoce dynamický a silně determinovaný vnějšími globálními faktory. Nejvýraznějším strukturálním šokem se stala pandemie COVID-19, která objektivně zapříčinila útlum obousměrných toků mobilit. Podíl vyjíždějících klesl o 50 % a příjezdů došlo k propadu 71 %. Vedle pandemie se jako klíčový destabilizační prvek ukázaly geopolitické proměny, primárně válečný konflikt mezi Ruskou federací a Ukrajinou. V důsledku této situace klesla dříve vysoká míra využití ruského smluvního potenciálu na absolutní nulu. Silná volatilita je typická zejména pro mimoevropské regiony, kde v čase dochází k radikálním změnám (např. skokové překlopení Íránu z čistě příjezdové do pouze výjezdové destinace). To ostře kontrastuje se stabilním evropským prostorem.

9 DISKUZE

Během zpracování bakalářské práce vyvstala řada metodických a technických výzev, které je nutné kriticky zhodnotit, neboť mají přímý vliv na interpretaci výsledků a navržená řešení. Klíčovým faktorem ovlivňujícím jak proces zpracování, tak finální přesnost analýz, byla kvalita primárních dat ze systémů IS/STAG a Mobility UP. V datové sadě byla identifikována značná míra nekonzistencí, chybějících hodnot a textových překlepů v názvech institucí či adresách. Pokud by vstupní registry disponovaly plně standardizovanými, validovanými a bezezbytku vyplněnými záznamy, proces geokódování by byl výrazně efektivnější a minimalizovala by se nutnost manuálního čištění dat. Specifický problém z hlediska časoprostorové analýzy představovala nekonzistentnost časových atributů. Zatímco záznamy o příjezdech a výjezdech disponovaly přesnými daty, záznamy smluv eviduje platnost pouze s přesností na kalendářní roky. Tato diference vnáší do výpočtů nepřesnost, kdy přesná vazba mezi smlouvou a reálným výjezdem musela být generalizována.

Dalším diskusním bodem je volba samotného geokódovacího nástroje. Vzhledem k vysokému objemu datových řádků byla zavrhnuta jednoduchá řešení v tabulkových procesorech (např. Google Spreadsheets) a přistoupeno k využití Google Geocoding API. Tento systém sice umožnil masové zpracování dat a zavedení kategorizace přesnosti, přesto je otázkou, zda by jiné nástroje neposkytly vyšší míru absolutní lokalizační přesnosti.

Významným bodem diskuze, který vzešel z druhého bakalářského dne a poté řešení konzultací s Oddělením pro mobility UP, je udržitelnost aplikace z pohledu nahrávání nových dat v budoucnu. Současné nastavení je založeno na jednorázovém manuálním exportu, úpravě, geokódování a uploadu dat na ArcGIS Online. V případě občasné aktualizace by bylo nutné tento proces plně zopakovat. Řešením by bylo zřízení automatizované datové linky, která by data sama zpracovávala. Avšak transformace takové linky včetně automatizovaného geokódování s kontrolou přesnosti by byla technicky velice náročná.

Navržený interaktivní dashboard splnil účel efektivní prezentace rozsáhlých dat, nicméně tvorba v prostředí ArcGIS Experience Builder narážela na softwarové limity. I přes možnost bohatých úprav nebylo například plně možné uživatelsky upravit pokročilá nastavení barev u sloupcových grafů. Z tohoto důvodu bylo z důvodu zachování jednotného a čitelného vizuálního stylu univerzity přistoupeno k dominanci kruhových diagramů. Dalším zjištěným nedostatkem softwaru byla nemožnost modifikace textů či lokalizace některých přednastavených ovládacích prvků do českého jazyka. Zvažovaná alternativa, tvorba aplikace metodou od základu pomocí knihovny Leaflet by sice tyto estetické detaily vyřešila, ale za cenu enormní časové investice do technického vývoje, která přesahuje cíle práce.

10 ZÁVĚR

Bakalářská práce se uceleně věnovala problematice časoprostorové analýzy a vizualizace zahraničních mobilit studentů na Univerzitě Palackého v Olomouci. Hlavním cílem této práce bylo vytvořit provázanou sérii vizuálních výstupů, které komplexně mapují studentské výjezdy, příjezdy a smlouvy s partnerskými institucemi. Vzhledem k velkému rozsahu dat o mezinárodních mobilitách bylo nezbytné navrhnout takové řešení, které primární data transformuje do podoby srozumitelných a analyticky hodnotných vizualizací.

V úvodní fázi zpracování byla využita rozsáhlá data z univerzitního informačního systému IS/STAG a systému Mobility UP, která byla z důvodu ochrany osobních údajů plně anonymizována vedoucím práce. Pro následné prostorové zpracování bylo nutné provést hromadné geokódování desetitisíců záznamů. Z metodologického hlediska bylo pro tento krok po komparaci vybrána služba Google Geocoding API.

Stěžejním a nejvýznamnějším výsledkem praktické části práce je vytvoření interaktivního dashboardu v prostředí ArcGIS Online pomocí nástroje Experience Builder. Koncepce interaktivní webové aplikace byla zvolena záměrně, neboť tradiční statické mapové kompozice by při takto rozsáhlém datovém souboru nedokázaly zachytit veškeré informace a vedly by ke ztrátě podrobných atributových informací. Vývoj aplikace metodou od základu (např. pomocí javascriptové knihovny Leaflet) byl sice zvažován, ale následně zamítnut jako časově a technicky neefektivní. Výsledný dashboard tak integruje mapové pole, pokročilé filtrovací nástroje a dynamické datové vizualizace. Zásadním technickým krokem uvnitř dashboardu byla implementace dynamického shlukování bodů (clustering). Toto řešení bylo aplikováno z důvodu nutnosti potlačit překryv bodových znaků ve frekventovaných lokalitách, které by jinak fatálně zkreslilo interpretaci dat.

Práce je dále doplněna o časoprostorovou analýzu využívající čtyři statické mapové výstupy tvořené v softwaru ArcGIS Pro. Jmenovitě: Balance mobilit, Využití smluvního potenciálu, Fakultní struktura výjezdů a Fakultní struktura příjezdů. Pro korektní vyhodnocení časové dynamiky bylo sledované desetileté období rozděleno do tří specifických období, které reflektují cykly a programová období smluv uzavíraných s mezinárodními institucemi. Pro zamezení dezinterpretace dat, kvůli různě dlouhým časovým obdobím, byly pro analýzu zkonstruovány dva relativní ukazatele. Prvním je index balance mobilit, který byl využit pro hodnocení směrové vyváženosti výjezdů a příjezdů. Použití tohoto normalizovaného indexu bylo nezbytné, neboť prosté sledování absolutních objemů by zkreslilo reálné poměry. Druhým indikátorem je míra využití smluvního potenciálu, jenž hodnotí efektivitu smluvních vazeb. V rámci kartografické vizualizace těchto statických výstupů byly použity metoda kartogramu pro vyjádření indexu balance mobilit a míry využití smluvního potenciálu. Pro znázornění fakultní struktury byla zvolena metoda strukturních kruhových kartodiagramů.

Realizovaná časoprostorová analýza dospěla k řadě signifikantních zjištění. Prokázala, že systém studentských mobilit je vysoce citlivý na globální vlivy. Doložen byl masivní strukturální šok způsobený pandemií COVID-19, který zapříčinil útlum výjezdů o 50 % a příjezdů dokonce o 71 %. Analýza rovněž kvantifikovala dopad geopolitických krizí, jako je konflikt mezi Ruskou federací a Ukrajinou, který zapříčinil pokles využití smluvního potenciálu s ruskými institucemi na nulovou hodnotu. Odhalena byla rovněž silná časoprostorová volatilita mimoevropských regionů, která ostře kontrastuje se stabilním prostředím evropského kontinentu.

Z výše uvedeného shrnutí jasně vyplývá, že všechny cíle vytyčené v úvodu bakalářské práce byly plně a úspěšně dosaženy. Podařilo se sestavit sérii vizualizací, provést geokódování i navrhnout plně funkční rozhraní dashboardu. Hlavní praktický přínos práce spočívá ve vytvoření funkční webové aplikace (dashboardu) dostupné z odkazu: <https://experience.arcgis.com/experience/49a54008dc9d4960aac90ad011102a39/>

Tento nástroj umožňuje pracovníkům Oddělení pro mobility UP i efektivně vyhodnocovat využití smluv s partnerskými institucemi a strategicky plánovat budoucí mezinárodní spolupráci. Zároveň může sloužit samotným studentům jako přehledný a inspirativní průvodce při výběru zahraničního studijního pobytu.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

AIGNER, Wolfgang; MIKSCH, Silvia; SCHUMANN, Heidrun a TOMINSKI, Christian. *Visualization of Time-Oriented Data*. 2. Springer London, 2023. ISBN 978-1-4471-7529-2.

AN, Li a CROOK, Stephen. Spatiotemporal Analysis. Online. In: MARSTON, Richard A., RICHARDSON, Douglas; CASTREE, Noel; KOBAYASHI, Audrey a GOODCHILD, Michael F. (ed.). *International Encyclopedia of Geography*. 2017 editiob. San Diego State University, USA: Wiley, 2017, s. 1-13. ISBN 9780470659632. ISSN . Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0635>. [cit. 2026-07-29].

AURORA. *Aurora – European University Alliance*. Online. 2020. Dostupné z: <https://aurora.upol.cz/>. [cit. 2026-07-18].

BRUS, Jan. *Vizualizace nejistoty v environmentálních studiích*. Online, Disertační práce, vedoucí Jaromír Kaňok. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. Dostupné z: <https://library.upol.cz/arl-upol/cs/csg/?repo=upolrepo&key=5574775313>. [cit. 2026-07-19].

CENTRAL CEEPUS OFFICE. *CEEPUS at a glance*. Online. ©2021. Dostupné z: <https://www.ceepus.info/content/about>. [cit. 2026-02-07].

COLUMBIA UNIVERSITY IRVING MEDICAL CENTER. *Spatiotemporal Analysis*. Online. 2016, 2023. Dostupné z: <https://www.publichealth.columbia.edu/research/population-health-methods/spatiotemporal-analysis#software>. [cit. 2026-07-29].

CONROW, Lindsey; FU, Cheng; HUANG, Haosheng; ANDRIENKO, Natalia; ANDRIENKO, Gennady et al. A conceptual framework for developing dashboards for big mobility data. Online. *CARTOGRAPHY AND GEOGRAPHIC INFORMATION SCIENCE*. 2023, roč. 2023, č. 50, article 5, s. 511. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/15230406.2023.2190164>. [cit. 2026-01-15].

DE IACO, Sandra; MYERS, Donald E. a POSA, Donato. Spatio-temporal. Online. In: ; SAGAR, B. S. Daya; CHENG, Qiuming a AGTERBERG, Frits (ed.). *Encyclopedia of Mathematical Geosciences*. Cham: Springer Cham, 2022, s. 1-10. ISBN 9783030260507. ISSN 1388-4360. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-3-030-26050-7_308-1. [cit. 2026-07-29].

DONG, Zhenmin a GUO, Chunfang. *A Literature Review of Spatio-temporal Data Analysis*. Online. 2021, roč. 2021, č. 1792. Guangzhou (Čína): IOP Publishing, 2021. ISSN 1742-6596. Dostupné z: Journal of Physics: Conference Series, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1792/1/012056/pdf>. [cit. 2026-02-08].

EVROPSKÁ KOMISE. *Erasmus to Erasmus+: history, funding and future*. Online. 2025, aktualizováno 28.2.2025. Dostupné z: <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/about-erasmus/history-funding-and-future>. [cit. 2026-02-06].

EVROPSKÁ KOMISE. *Erasmus+ Public Dashboard - Learning Mobility*. Online. 2026, Data as of: 01 July 2026. Dostupné z: <https://webgate.ec.europa.eu/eacdashboardsense/app/c553d9e9-c805-4f7a-90e4-103bd1658077/sheet/4befabf9-d9bb-455f-969b-00dda5fa65ad/state/analysis>. [cit. 2026-07-28].

EVROPSKÁ KOMISE. *What is Erasmus+?* Online. 2025, aktualizováno 26.6.2025. Dostupné z: <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/about-erasmus/what-is-erasmus>. [cit. 2026-02-06].

FRYČÁK, Filip. *POKROČILÁ ANALÝZA A VIZUALIZACE DAT Z DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ KATEDRY GEOINFORMATIKY UP*. PDF, Diplomová práce, vedoucí Alena VONDRÁKOVÁ. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geoinformatiky, 2022. Dostupné z: https://gis.upol.cz/analyza/data/files/frycak_dp.pdf. [cit. 2026-02-06].

GAO, Song; RAO, Jinmeng; KANG, Yuhao; LIANG, Yunlei a KRUSE, Jake. Mapping county-level mobility pattern changes in the United States in response to COVID-19. Online. *SIGSPATIAL Special*. 2020, roč. 12, č. 1, s. 16-26. ISSN 1946-7729. Dostupné z: <https://doi.org/10.1145/3404820.3404824>. [cit. 2026-07-28].

HALL, Andreas; AHONEN-RAINIO, Paula a VIRRANTAUS, Kirsi. Insight provenance for spatiotemporal visual analytics: Theory, review, and guidelines. Online. *Journal of Spatial Information Science*. 2017, roč. 2017, č. 15, s. 68. Dostupné z: *Journal of Spatial Information Science*, <https://doi.org/10.5311/JOSIS.2017.15.337>. [cit. 2026-01-15].

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS [IEEE]. *Spatio-temporal Data Analysis*. Online. . Dostupné z: <https://technav.ieee.org/topic/spatio-temporal-data-analysis/>. [cit. 2026-07-29].

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 3166-3, *Country Codes*. 2020.

KOMISE J. WILLIAMA FULBRIGHTA. *Fulbright – Česko-americké vzdělávací výměny*. Online. B. r. Dostupné z: <https://fulbright.gov.cz/>. [cit. 2026-07-18].

MA, Yue; LYU, Dongmei; SUN, Kenan; LI, Sijia; ZHU, Bingxue et al. Spatiotemporal Analysis and War Impact Assessment of Agricultural Land in Ukraine Using RS and GIS Technology. Online. *Land*. 2022, vol. 11, no. 10, s. 18. ISSN 2073-445X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/land11101810>. [cit. 2026-07-29].

RAHMAN, Md. Rejaur a LATEH, Habibah. Spatio-temporal analysis of warming in Bangladesh using recent observed temperature data and GIS. Online. *Climate Dynamics*. 2015, vol. 46, no. 9-10, s. 2943-2960. ISSN 0930-7575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00382-015-2742-7>. [cit. 2026-07-29].

TEICHLER, Ulrich; FERENCZ, Irina a WÄCHTER, Bernd. *Mapping Mobility in European Higher Education*. Online. Volume I: Overview and Trends. Germany: Ditges Print + More, 2011. ISBN 978-3-87192-891-2. Dostupné z: https://aca-secretariat.be/wp-content/uploads/2019/03/ACA_Mapping-Mobility_DokMat_Vol.69.pdf. [cit. 2026-07-28].

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI. *Mezinárodní spolupráce*. Online. 2026. Dostupné z: <https://international.upol.cz/vymenne-pobyty/>. [cit. 2026-02-18].

VÄISÄNEN, Tuomas; MALEKZADEH, Milad; INKERÖINEN, Oula a JÄRV, Olle. Mobility of Erasmus students in Europe: Geolocated individual and aggregate mobility flows from 2014 to 2022. Online. *Scientific Data*. 2025, roč. 12, č. 1, s. 1–11. ISSN 2052-4463. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41597-025-04789-0>. [cit. 2026-07-28].

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

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Volné přílohy:

- Příloha 1 Web práce
- Příloha 2 Poster
- Příloha 3 Skript pro geokódování
- Příloha 4 Statický výstup bilance mobilit
- Příloha 5 Statický výstup fakultní struktura výjezdů
- Příloha 6 Statický výstup fakultní struktura příjezdů
- Příloha 7 Statický výstup míra využití smluvního potenciálu