

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra geoinformatiky

**HODNOCENÍ DOSTUPNOSTI
ZDRAVOTNICKÝCH SLUŽEB
V PŘESHRANIČNÍCH REGIONECH EVROPY**

Diplomová práce

Bc. Tomáš KRÖNER

Vedoucí práce Mgr. Vít PÁSZTO, Ph.D.

Olomouc 2026

Geoinformatika a kartografie

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá hodnocením dostupnosti vybraných zdravotnických služeb (nemocnic, ordinací lékařů a lékáren) v přeshraničních oblastech států Evropské unie s důrazem na potenciální přeshraniční toky za těmito službami. Cílem je posoudit možnosti přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví a v navazující části práce detailněji zhodnotit české příhraničí v širším socio-ekonomickém a demografickém kontextu. Teoretická část práce vymezuje přeshraniční oblasti, charakterizuje zdravotní péči v Evropské unii a věnuje se rešerši metod z rodiny Floating Catchment Area. Pro analytickou část práce je zvolena metoda 3SFCA, jejíž výpočet probíhá pomocí vlastního skriptu v jazyce Python. Z dostupností tří základních kategorií zdravotnických služeb je odvozena celková dostupnost zdravotnických služeb, která slouží jako podklad pro hodnocení potenciálu. Výsledky ukazují, že dostupnost zdravotnických služeb v přeshraničních oblastech Evropské unie je prostorově výrazně diferencovaná a že každá hodnocená kategorie vytváří odlišný prostorový vzor. Na základě vzoru celkové dostupnosti zdravotnických služeb jsou definovány a lokalizovány tři typy potenciálu – společný rozvojový, komplementární a koordinační. Identifikovaný potenciál je následně porovnán se skutečnými projekty v oblasti přeshraničního zdravotnictví. V případě českého příhraničí je celková dostupnost dále zasazena do širšího socio-ekonomického kontextu, přičemž výsledkem je identifikace a popis sedmi odlišných typů oblastí.

KLÍČOVÁ SLOVA

Dostupnost; zdravotnictví; spolupráce; přeshraniční oblasti; floating catchment area

Počet stran práce: 88

Počet příloh: 30

ANNOTATION

This master's thesis focuses on evaluating the accessibility of selected healthcare services (hospitals, doctors' offices and pharmacies) in the cross-border regions of the European Union member states, with an emphasis on potential cross-border flows related to healthcare seeking. Its aim is to assess the possibilities for cross-border cooperation in healthcare and to provide a more detailed evaluation of the Czech border regions in a broader socio-economic and demographic context. The theoretical part defines cross-border regions, outlines the healthcare context within the European Union and reviews methods from the Floating Catchment Area family. For the analytical part, the 3SFCA method is implemented using a custom Python script. Based on the accessibility of the three main categories of healthcare services, an overall healthcare accessibility metric is derived and then used as the foundation for evaluating cooperation potential. The results show that healthcare accessibility in the cross-border regions of the European Union is strongly spatially differentiated and that each evaluated category creates a distinct spatial pattern. On the basis of the overall healthcare accessibility pattern, three types of potential are identified and localised – shared developmental, complementary, and coordination potential. The identified potential is then compared with existing cross-border healthcare projects. In the Czech borderlands, overall healthcare accessibility is further placed into a broader socio-economic context, resulting in the identification and description of seven distinct types of areas.

KEYWORDS

Accessibility; healthcare; cooperation; cross-border areas; floating catchment area

Number of pages: 88

Number of appendices: 30

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,

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

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

- v případě zájmu UP Olomouc uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít výsledky a výstupy mé bakalářské/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).

V Olomouci dne 6. 5. 2026

Bc. Tomáš KRÖNER

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce Mgr. Vítu Páštovi Ph.D. za cenné připomínky, četné konzultace v průběhu řešení práce, podněty na zapracování a poskytnutou zpětnou vazbu k této diplomové práci.

Dále děkuji všem svým blízkým, kteří mě při tvorbě práce podporovali, a všem vyučujícím katedry geoinformatiky, kteří mi předali znalosti potřebné k jejímu vypracování.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta
Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Tomáš KRÖNER
Osobní číslo: R240571
Studijní program: N0532A330009 Geoinformatika a kartografie
Téma práce: Hodnocení dostupnosti zdravotnických služeb v přeshraničních regionech Evropy
Zadávající katedra: Katedra geoinformatiky

Zásady pro vypracování

Cílem práce je analyzovat dostupnost vybraných zdravotnických služeb v přeshraničních regionech (cross-border regions) států Evropské unie s akcentem na potenciální přeshraniční toky za těmito službami. V metodologické části práce student prozkoumá možnosti variant a modifikací postupu Floating Catchment Area (například 3SFCA, 2SFCA, E2SFCA, M2SFCA, E3SFCA, MHV3SFCA) a vybraný aplikuje. Student se v dílčí části práce podrobněji zaměří na české příhraniční regiony, kde vyhodnotí možné socio-ekonomické vazby v kontextu přeshraniční spolupráce u zdravotnických služeb. Výsledkem práce bude hodnocení potenciálu přeshraniční spolupráce v oblasti zdravotnických služeb na základě jejich dostupnosti, což student vztáhne také do kontextu evropských politik v tomto tématu. Souhrnným výstupem práce budou v jednotném stylu prostorově kvantitativní (pro české příhraničí i kvalitativní) profily/fíše přeshraničních regionů EU, které bude student směřovat do digitální/online podoby (například s využitím nástrojů platformy ArcGIS Online). Tyto profily budou k dispozici v unifikovaném stylu i ve formátu PDF.

Text práce student zpracuje v souladu se závaznou šablonou pro kvalifikační práce KGI. O diplomové práci student vytvoří webovou stránku a poster. Celou práci, tj. text včetně všech příloh, posterů, výstupů, zdrojových a vytvořených dat, map, programových kódů a databází, student odevzdá v digitální podobě na datové úložiště katedry. Do evidence STAG student odevzdá úplný text práce s přílohami, které určí vedoucí práce. Fyzicky student odevzdá výtisk posteru ve formátu A2 a přílohy určené vedoucím práce.

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

Seznam doporučené literatury:

- Luo, W., & Qi, Y. (2009). An enhanced two-step floating catchment area (E2SFCA) method for measuring spatial accessibility to primary care physicians. *Health & place*, 15(4), 1100-1107.
- Wan, N., Zou, B., & Sternberg, T. (2012). A three-step floating catchment area method for analyzing spatial access to health services. *International Journal of Geographical Information Science*, 26(6), 1073-1089.
- Delamater, P. L. (2013). Spatial accessibility in suboptimally configured health care systems: A modified two-step floating catchment area (M2SFCA) metric. *Health & place*, 24, 30-43.
- Shatnawi, N., Al-Omari, A., & Al-Mashaqbeh, A. (2022). Comparative study of using E2SFCA and 3SFCA methods for selected healthcare resources in Jordan during COVID-19 pandemic. *International Journal of Healthcare Management*, 15(4), 347-356.
- Xing, J., & Ng, S. T. (2022). Analyzing spatiotemporal accessibility patterns to tertiary healthcare services by integrating total travel cost into an improved E3SFCA method in Changsha, China. *Cities*, 122, 103541.
- Jörg, R., & Haldimann, L. (2023). MHV3SFCA: A new measure to capture the spatial accessibility of health care systems. *Health & Place*, 79, 102974.
- FISCHER, Manfred M. a Arthur GETIS. *Handbook of applied spatial analysis: software tools, methods and applications*. New York: Springer, c2010. ISBN

9783642036477.

- HAINING, Robert P. Spatial data analysis: theory and practice. New York: Cambridge University Press, 2003. ISBN 0521774373.
- HORÁK, Jiří. Prostorové analýzy dat. 3. vyd., Ostrava: VŠB-TU Ostrava, HGF, Institut geoinformatiky, 2011, 170 s.
- Comber, A. J., Brunsdon, C., & Radburn, R. (2011). A spatial analysis of variations in health access: linking geography, socio-economic status and access perceptions. International journal of health geographics, 10, 1-11.
- Hippe, S., Bertram, D., & Chilla, T. (2024). Convergence and resilience in border regions. European Planning Studies, 32(1), 186-207.
- Wong Villanueva, J. L., Kidokoro, T., & Seta, F. (2022). Cross-border integration, cooperation and governance: A systems approach for evaluating "good" governance in cross-border regions. Journal of Borderlands Studies, 37(5), 1047-1070.
- Datové i metodologické zdroje European Observation Network for Territorial Development and Cohesion (ESPON)
- A další geografická, geoinformatická, či jiná literatura a softwarová dokumentace potřebná pro provedení práce, včetně kvalifikačních prací.

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Vít Pászto, Ph.D.

Katedra geoinformatiky

Datum zadání diplomové práce:

9. prosince 2024

Termín odevzdání diplomové práce:

4. května 2026

L.S.

prof. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.

děkan

prof. RNDr. Vilém Pechanec, Ph.D.

vedoucí katedry

V Olomouci dne 10. prosince 2024

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	9
ÚVOD	10
1 CÍLE PRÁCE	11
2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	12
2.1 Vymezení přeshraničních oblastí	12
2.2 Dostupnost a její hodnocení	14
2.3 Modifikace výpočtu Floating Catchment Area	15
2.3.1 Two-Step Floating Catchment Area (2SFCA)	15
2.3.2 Enhanced Two-Step Floating Catchment Area (E2SFCA)	17
2.3.3 Modified Two-Step Floating Catchment Area (M2SFCA)	19
2.3.4 Three-Step Floating Catchment Area (3SFCA)	20
2.3.5 Enhanced Three-Step Floating Catchment Area (E3SFCA)	21
2.4 Systémy zdravotní péče v Evropské unii	23
2.4.1 Přeshraniční spolupráce na celoevropské úrovni	24
2.4.2 Přeshraniční spolupráce na regionální úrovni	26
2.5 Podobné studie	26
3 METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ	28
3.1 Použitá data	28
3.2 Použitý software	31
3.3 Použité metody analýzy	31
4 DOSTUPNOST ZDRAVOTNICKÝCH SLUŽEB	34
4.1 Přeshraniční oblasti Evropské unie	34
4.2 Získání a příprava vstupních dat	34
4.3 Výpočet dostupnosti metodou 3SFCA	39
4.3.1 FCA.py	39
4.3.2 Výpočet dostupnosti zdravotnických služeb	40
4.3.3 Klasifikace přeshraničních regionů	47
4.3.4 Profily přeshraničních regionů	51
4.3.5 Potenciál přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví	53
5 ČESKÉ PŘÍHRANIČNÍ OBLASTI	63
5.1 Bivariate kartogramy	64
5.2 Multivariate Clustering	67
6 VÝSLEDKY	74
6.1 Výsledky v přeshraničních oblastech států EU	74
6.2 Výsledky v českém příhraničí	75
7 DISKUZE	77
8 ZÁVĚR	79
POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE	
PŘÍLOHY	

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
2SFCA	Two-Step Floating Catchment Area
3SFCA	Three-Step Floating Catchment Area
AEBR	Association of European Border Regions
CBFA	Cross-border Functional Areas
CoE	Council of Europe
CSV	comma-separated values
E2SFCA	Enhanced Two-Step Floating Catchment Area
E3SFCA	Enhanced Three-Step Floating Catchment Area
EGTC	European Grouping of Territorial Cooperation
EHIC	European Health Insurance Card
ESPON	European Observation Network for Territorial Development and Cohesion
EU	Evropská unie
FCA	Floating Catchment Area
GIS	geografický informační systém
GISCO	Geographical Information System of the Commission
LAU	local administrative units
M2SFCA	Modified Two-Step Floating Catchment Area
MBR	minimum bounding rectangle
NUTS	Nomenclature of Territorial Units for Statistics
OD	origin-destination
OSM	OpenStreetMap
PDF	Portable Document Format
SPAI	spatial accessibility index
TIFF	Tagged Image File Format

ÚVOD

Zdravotní péče je jedním ze základních sociálních pilířů, který zabezpečuje zdraví obyvatelstva. Její dostupnost má zásadní vliv na kvalitu a délku života, zároveň představuje důležitý předpoklad pro fungování společnosti. V celoevropském měřítku není však dostupnost zdravotnických služeb určována pouze jejich rozmístěním v rámci jednotlivých států, ale také existencí státních hranic či rozdílnou organizací systémů zdravotní péče. Právě v přeshraničních oblastech se tyto skutečnosti projevují nejvýrazněji, protože nejbližší zdravotnické zařízení se může nacházet za státní hranicí, zatímco skutečné využití takové služby může být omezeno administrativními, právními, jazykovými nebo organizačními bariérami. Potřeba zkoumat dostupnost zdravotnických služeb v přeshraničním kontextu proto souvisí nejen s otázkou prostorové spravedlnosti, ale také s možnostmi účelnějšího fungování zdravotní péče v evropském prostoru.

Téma této diplomové práce navazuje na autorovu bakalářskou práci „Dostupnost zdravotnických služeb v Česku se zaměřením na venkovské oblasti“ z roku 2024. Zatímco předchozí práce byla orientována především na vnitrostátní regionální disparity, tato diplomová práce rozšiřuje pohled do celoevropského měřítko a soustředí se na specifické prostředí přeshraničních oblastí, kde dostupnost zdravotnických služeb získává nový rozměr v podobě potenciálních přeshraničních toků. Vedle samotného hodnocení dostupnosti je proto pozornost věnována také tomu, zda prostorový vzor dostupnosti může naznačovat možnost přeshraniční kooperace ve zdravotnictví.

Výsledky práce mohou přinést nové poznatky o prostorových rozdílech dostupnosti zdravotnických služeb v přeshraničních oblastech států Evropské unie a o tom, jak se do této dostupnosti promítá existence státní hranice. Přínosné může být také vyhodnocení potenciálu přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví. Výsledky mohou sloužit nejen pro lepší porozumění fungování přeshraničních oblastí, ale i jako podklad pro další výzkum, regionální plánování a úvahy o rozvoji přeshraničních projektů v oblasti zdravotní péče. Tyto aktivity mohou v budoucnosti vést k lepšímu zdraví obyvatelstva v přeshraničních oblastech díky vyšší dostupnosti a potenciálně bezbariérovému přístupu ke zdravotní péči za hranicí vlastního státu.

1 CÍLE PRÁCE

Cílem diplomové práce je analyzovat dostupnost vybraných zdravotnických služeb v přeshraničních oblastech (cross-border regions) států Evropské unie s akcentem na potenciální přeshraniční toky za těmito službami. Důraz je kladen na zvolení nejvhodnější metody pro analýzu dostupnosti, prostorové souvislosti dostupnosti zdravotnických služeb, možnosti přeshraniční spolupráce a kvalitativní vyhodnocení dostupnosti zdravotnických služeb v příhraničních oblastech Česka.

V první části práce jsou popsána teoretická východiska řešené problematiky. Pozornost je věnována zejména vymezení přeshraničních oblastí, charakteristice zdravotní péče v Evropské unii a rešerši metod pro hodnocení dostupnosti zdravotnických služeb. Podrobně jsou rozebrány primárně metody z rodiny Floating Catchment Area, a to především jejich obecný princip, přesné schéma výpočtu a kritické posouzení výhod a nedostatků jednotlivých metod.

V navazující části je cílem zhodnotit dostupnost vybraných zdravotnických služeb pomocí jedné zvolené metody z rodiny FCA. Jejím smyslem je identifikovat prostorové rozdíly v dostupnosti zdravotnických služeb a posoudit, kde se může projevovat potenciál pro přeshraniční toky za zdravotní péčí. Získané poznatky jsou následně vztaženy také do kontextu evropských a regionálních politik v oblasti přeshraniční zdravotní péče.

V dílčí části práce jsou podrobněji zhodnoceny české příhraniční regiony. Součástí je zhodnocení problematiky dostupnosti zdravotnických služeb a přeshraniční spolupráce na základě socio-ekonomických a demografických vazeb.

Souhrnným výstupem práce jsou přehledné kvantitativní profily přeshraničních regionů Evropské unie v jednotném stylu, které jsou dostupné online skrze platformu ArcGIS Online. Vybrané kvantitativní profily a čtyři kvalitativní profily českého příhraničí jsou dostupné i ve formátu PDF. Výsledky práce umožňují lépe využít identifikovaný potenciál přeshraniční spolupráce v oblasti zdravotnických služeb a současně přispívají k lepšímu pochopení prostorových rozdílů v jejich dostupnosti. O diplomové práci je vytvořena webová stránka a poster, které prezentují výsledky diplomové práce atraktivní formou.

2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Pro pochopení řešené problematiky a orientaci v tématu bylo potřebné vyhledat a nastudovat dostupné informační zdroje a seznámit se s pojmy především v oblastech zdravotnictví, dostupnosti zdravotní péče a vymezení přeshraničních oblastí států Evropské unie. Nezbytným krokem této sekce bylo prozkoumání modifikací výpočtu Floating Catchment Area, kterým se široce věnuje podkapitola 2.3 Modifikace výpočtu Floating Catchment Area. Dále bylo nutné zorientovat se v různých aspektech přeshraniční kooperace mezi členskými státy Evropské unie a seznámit se s mezinárodními projekty v oblasti zdravotnictví. Nahlíženo bylo také na potenciální bariéry, které mohou být omezujícím faktorem při snaze navázat přeshraniční spolupráci.

2.1 Vymezení přeshraničních oblastí

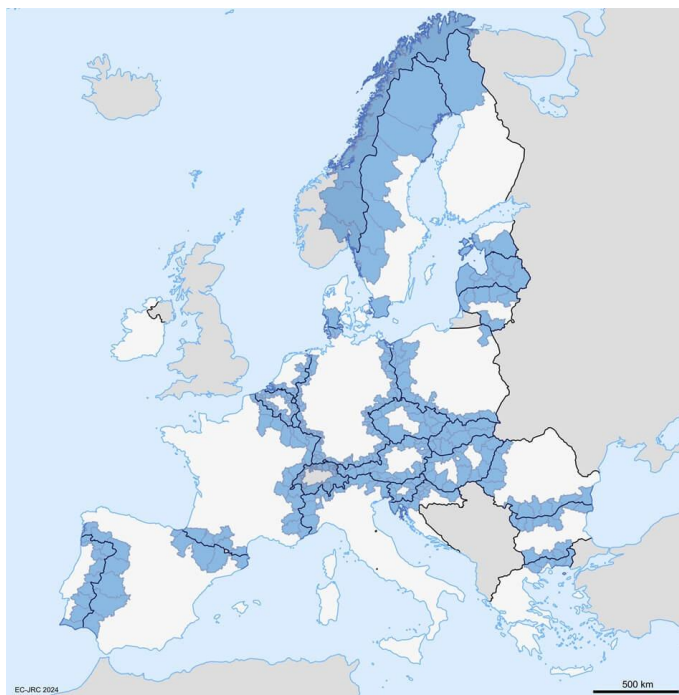
Pro správnou orientaci v tématu je klíčové vymezit a pochopit, co jsou přeshraniční oblasti a čím se vyznačují. Dle Marques a kol. (2024) je přeshraniční region územní celek tvořený několika místními nebo regionálními samosprávami, které spolu geograficky sousedí, avšak náleží k různým státům. Jedná se o území, které se nachází v bezprostřední blízkosti hranice mezi dvěma nebo více státy a v němž dochází k interakcím socio-ekonomického, kulturního i institucionálního charakteru. Definice přijatá Radou Evropy (nikoliv Evropskou radou) uvádí, že „přeshraniční regiony jsou charakterizovány homogenními znaky a vzájemnými funkčními vazbami, protože jinak by neexistovala potřeba přeshraniční spolupráce“ (CoE, 1972). Přeshraniční oblasti představují specifické územní jednotky, jejichž charakter je dán nejen geografickou blízkostí a společnou státní hranicí, ale i každodenními vazbami a mobilitou obyvatelstva, služeb, zboží a pracovní síly.

Evropská komise uvádí, že vnitřní přeshraniční regiony Evropské unie „pokrývají přibližně 40 % jejího území, soustřeďují okolo 30 % populace a vytvářejí přibližně 30 % hrubého domácího produktu EU“ (Evropská komise, 2017). V kontrastu s těmito údaji Christodoulou a kol. (2019) udává, že přeshraniční oblasti „jsou domovem pro téměř 13 % populace EU, Norska a Švýcarska“ (Christodoulou a kol., 2019). Tato neshoda je zapříčiněna právě nejednotou definicí přeshraničních oblastí napříč studiemi.

Za účelem provedení GIS analýz je potřeba jasně stanovit, které území je chápáno jako přeshraniční oblast. Evropská komise ve své metodologii z roku 2024 představuje tři základní přístupy, jak je možné definovat přeshraniční regiony. První dva přístupy vymezují zájmovou oblast pomocí administrativních jednotek, třetí přístup tuto oblast vymezuje čistě geometricky.

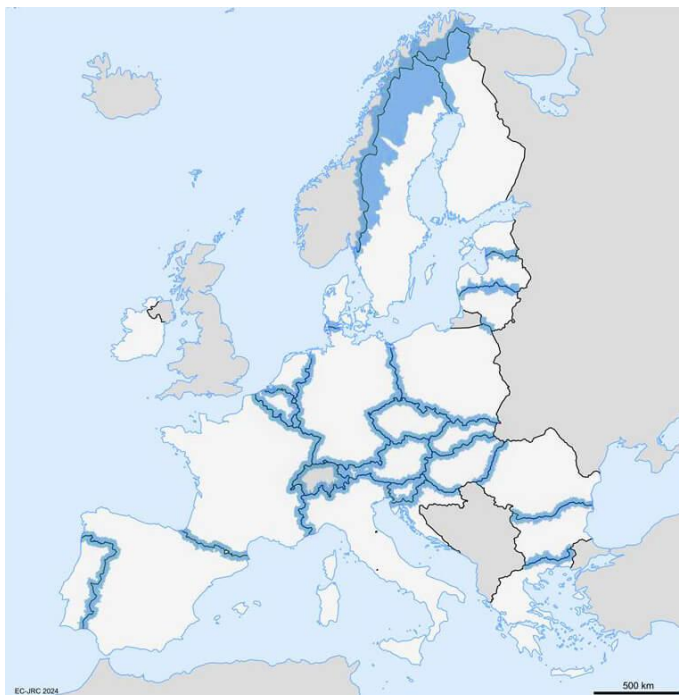
Podle prvního přístupu „se jedná o regiony s pozemní státní hranicí nebo regiony, v nichž více než polovina obyvatel žije do vzdálenosti 25 km od takové hranice“ (Eurostat, 2025). Oblasti splňující tyto podmínky lze vidět na Obr. 1. Takto definované přeshraniční oblasti jsou jednoduché na identifikaci a výsledky analýz v nich proveditelné jsou přímo vztažené na běžně používané administrativní jednotky, což může usnadnit jejich interpretaci.

Zároveň s sebou přináší nedostatky – prvním z nich je rozdílná velikost NUTS 3 jednotek napříč Evropou, kde v severských zemích je možné pozorovat NUTS 3 jednotky pokrývající rozsáhlé části území, a to z důvodu velmi nízké hustoty osídlení v těchto oblastech. U některých menších států Evropy lze navíc pozorovat, že na základě této klasifikace je jako přeshraniční oblast definováno celé území státu. Tato skutečnost je opodstatněná v případě státu jako jsou Lucembursko, Lichtenštejnsko apod., avšak například u Slovenska lze korektnost tohoto přístupu zpochybnit.



Obr. 1 Přeshraniční regiony na základě NUTS 3 jednotek (zdroj: Evropská komise)

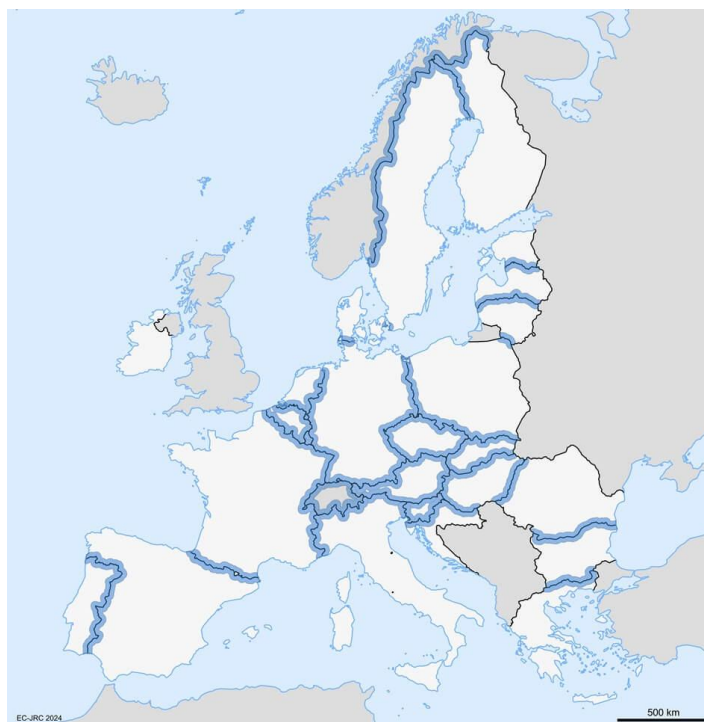
Pro detailnější analýzy lze zvolit druhý přístup, který využívá jednotky LAU 2. Ty jsou vhodné tehdy, když je cílem přesněji zachytit postavení jednotlivých obcí v příhraničním prostoru, případně rozlišit, které obce se státní hranice bezprostředně dotýkají, a které už se nacházejí mimo hlavní přeshraniční interakce. Přeshraniční oblasti vymezené na základě LAU 2 jednotek lze vidět na Obr. 2. I zde však lze zejména ve Švédsku pozorovat značně větší administrativní jednotky v porovnání se zbytkem Evropy.



Obr. 2 Přeshraniční regiony na základě LAU 2 jednotek (zdroj: Evropská komise)

Třetí způsob vymezuje přeshraniční oblasti čistě geometricky, tedy jako pásmo o určité šířce podél státní hranice. Dle metodologie Evropské komise (2024) i v širší odborné praxi se objevuje zejména přístup založený na 25km pásmu od státní hranice, ilustrován na Obr. 3. Tento způsob vymezení vychází z předpokladu, že právě území v bezprostřední blízkosti hranice je nejvíce ovlivněno přeshraničními vazbami, jako jsou dojíždka za prací, využívání služeb, nákupy nebo zdravotní péče.

Výhodou tohoto přístupu je, že není přímo závislý na administrativních hranicích regionů a umožňuje vytvořit kompaktní analytické území, které není ovlivněno rozdílnými velikostmi NUTS 3 či LAU 2 jednotek. Díky tomu vznikají srovnatelné přeshraniční regiony, které lze jednoduše využít v GIS analýzách, a jejich výsledky zpětně interpretovat v kontextu zvolených administrativních jednotek.



Obr. 3 Přeshraniční regiony jako pásmo 25 km od hranice (zdroj: Evropská komise)

2.2 Dostupnost a její hodnocení

Pro hodnocení dostupnosti zdravotnických služeb je nejprve nezbytné rozebrat samotný pojem dostupnost. Ten je v odborné literatuře chápán jako vícerozměrný a významově ne zcela jednoznačný koncept. Penchansky a Thomas (1981) upozorňují, že přístup ke zdravotní péči nelze redukovat na jediný ukazatel, ale že je tvořen několika dimenzemi. Za základní dimenze považují „dostupnost služeb ve smyslu jejich přítomnosti, prostorovou dosažitelnost, organizační přizpůsobení systému, finanční únosnost a přijatelnost z pohledu pacientů“ (Penchansky a Thomas, 1981). Na tuto koncepci navázali Khan a Bhardwaj (1994), podle nichž je přístup ke zdravotní péči výsledkem interakce mezi charakteristikami systému zdravotní péče a charakteristikami potenciálních uživatelů v určitém území.

V geografii zdraví je přitom zvláště důležitá prostorová složka dostupnosti. Samotná existence zdravotnického zařízení však ještě neznamená, že je služba skutečně dobře dostupná, stejně jako malá vzdálenost k zařízení sama o sobě nevypovídá o tom, zda jeho kapacita odpovídá velikosti poptávky. Již starší geografická literatura proto upozorňovala,

že „při hodnocení zdravotní péče je nutné spojit vztah mezi nabídkou, poptávkou a vzdáleností do jednoho analytického rámce“ (Joseph a Phillips, 1984). Tento požadavek se později promítl i do novějších studií, které zdůrazňují, že prostorová dostupnost zdravotnických služeb musí být chápána jako kombinace kapacity poskytovatelů a prostorové dosažitelnosti péče.

Tradiční přístupy k hodnocení dostupnosti zdravotní péče přitom mají významná omezení. Jednoduché ukazatele, jako je vzdálenost k nejbližšímu zařízení nebo poměr poskytovatelů k počtu obyvatel v administrativně vymezeném území sice mohou být snadno interpretovatelné, ale nedokáží dostatečně zachytit skutečné prostorové interakce. Již Kleinman a Makuc (1983) či Wing a Reynolds (1988) tudíž upozorňují, že regionálně vymezené ukazatele předpokládají jednak stejnou úroveň přístupu pro všechny obyvatele uvnitř jednoho území, a také nepropustnost hranic těchto území. Oba předpoklady jsou však v reálném světě problematické, protože lidé mohou využívat služby i mimo hranice administrativních jednotek a samotná dostupnost se uvnitř regionu výrazně liší. Guagliardo (2004) dále konstatuje, že „nejběžnější ukazatele prostorové dostupnosti ztrácejí vypovídací schopnost zejména v hustě osídlených městských oblastech“, kde se překrývá více poskytovatelů i více populačních center.

Jako vhodnější alternativa se proto prosadily přístupy založené na principech gravitačních modelů, které dokáží současně zohlednit množství nabídky, velikost poptávky i vliv vzdálenosti. „Ačkoli je takový gravitační model koncepčně ucelenější, jeho interpretace není intuitivní a k výpočtu vyžaduje větší množství vstupních dat“ (Luo a Qi, 2009). Z tohoto důvodu také došlo k rozvoji metod Floating Catchment Area, které kombinují výhody gravitačních modelů, ale zároveň si zachovávají jednoduchou interpretaci.

2.3 Modifikace výpočtu Floating Catchment Area

Metody z rodiny Floating Catchment Area (FCA) jsou založeny na principu ekonomických gravitačních modelů. První významnou z nich byla metoda 2SFCA (Two-Step Floating Catchment Area), jejíž autory jsou Luo a Wang (2003). Od té doby vzniklo velké množství dalších metod, které staví na původní metodě a provádějí modifikace výpočetních rovnic za účelem zvýšení přesnosti dosažených výsledků či přizpůsobují výpočet konkrétním scénářům rozmístění služeb.

Jedním z cílů této práce bylo prozkoumat vybrané metody z rodiny FCA, porovnat je mezi sebou a vybrat takovou, která nejlépe bude vyhovovat výpočtu dostupnosti zdravotnických služeb v kontextu předkládané práce. Vyhodnocovány byly následující metody: 2SFCA, E2SFCA, M2SFCA, 3SFCA a E3SFCA. Všechny metody vycházejí ze stejného základu a lze je rozdělit do dvou kategorií – metody se dvěma kroky a metody se třemi kroky. Následující podkapitoly obsahují popis jednotlivých metod společně s jejich výpočetními postupy, výhodami a omezeními.

2.3.1 Two-Step Floating Catchment Area (2SFCA)

Metoda 2SFCA (a všechny navazující metody) představuje speciální případ gravitačního modelu, který je v geografii zdraví často využíváný. Původní koncept metody představili Radke a Mu (2000) jako nástroj pro analýzu přístupu k sociálním programům. Do současné podoby pro měření dostupnosti zdravotní péče metodu modifikovali Luo a Wang (2003). Hlavní přínos metody spočívá v tom, že překonává omezení tradičních metod založených na fixních administrativních hranicích (tzv. "container approach") a místo toho využívá "plovoucí" spádové oblasti, které lépe modelují interakce v prostoru. Pojem plovoucí spádová oblast označuje takovou spádovou oblast, která není vázána na

pevně dané územní jednotky, ale je vymezována dynamicky kolem každého bodu nabídky nebo poptávky podle stanoveného časového prahu. Výpočet 2SFCA probíhá ve dvou krocích:

- 1) V prvním kroku dochází k výpočtu hodnoty R_j = supply to demand ratio (poměr nabídky a poptávky) dle rovnice (upraveno dle Luo a Wang, 2003; Jörg a Haldimann, 2023):

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_{max}\}} P_i}$$

kde R_j = poměr nabídky a poptávky; S_j = kapacita poskytovatele služeb j ; P_i = populace v místě poptávky i ; d_{ij} = vzdálenost mezi místem poptávky i a místem poskytovatele služeb j ;
 d_{max} = hodnota prahu spádové oblasti.

V tomto kroku se okolo každého bodu, který reprezentuje místo nabídky (supply locations), vytvoří spádová oblast odpovídající stanovenému časovému nebo vzdálenostnímu prahu (např. 30 minut). V této spádové oblasti se nadále berou v potaz všechny body reprezentující poptávku (demand locations), tedy místa, kde se nachází populace požadující určitou službu. Hodnota R_j pak odpovídá podílu kapacity místa nabídky S_j a sumy počtu obyvatel všech bodů poptávky spadajících do plovoucí spádové oblasti konkrétního bodu nabídky P_i .

- 2) V druhém kroku se pro každou populaci i vypočítá index prostorové dostupnosti (angl. spatial accessibility index, zkráceně SPAI) tak, že se „pro každou populaci i sečtou všechny poměry nabídky a poptávky R_j v rámci vzdálenosti d_{max} “ (Jörg a Haldimann, 2023). Hodnota SPAI je tedy dána součtem všech R_j , které náleží poskytovatelům služeb j , pro něž platí podmínka $d_{ij} \leq d_{max}$. Pokud se ve spádové oblasti populace i nenachází žádný poskytovatel služeb j , nabývá výsledná hodnota SPAI pro tuto populaci hodnoty nula. Výpočet probíhá podle vzorce (upraveno dle Luo a Wang, 2003; Jörg a Haldimann, 2023):

$$SPAI_i = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_{max}\}} R_j$$

kde $SPAI_i$ = index prostorové dostupnosti služeb pro populaci i ; R_j = poměr nabídky a poptávky;
 d_{ij} = vzdálenost mezi místem poptávky i a místem poskytovatele služeb j ;
 d_{max} = hodnota prahu spádové oblasti.

Metoda 2SFCA je základní a nejjednodušší metodou z rodiny metod FCA a i díky tomu byla použita k odhadu prostorové dostupnosti zdravotnických služeb v mnoha realizovaných studiích (např. Guagliardo, 2004; Albert a Butar, 2005; Langford a Higgs, 2006; Yang a kol., 2006; Wang, 2007; Cervigni a kol., 2008; Wang a kol., 2008).

„Její hlavní omezení však spočívá v její dichotomické operacionalizaci vzdálenosti. Všechny zdravotnické služby v rámci definované maximální velikosti spádové oblasti d_{max} jsou považovány za stejně dostupné“ (Luo a Qi, 2009; McGrail a Humphreys, 2009; Wang, 2012).

V praxi tak metoda pracuje s pevně stanoveným prahem spádové oblasti, například 30 minut dojezdového času. Pokud se v rámci tohoto prahu nachází více zdravotnických zařízení, například jedno vzdálené 5 minut a druhé 25 minut, metoda je považuje za stejně atraktivní. Tento přístup neodpovídá reálnému chování obyvatel, protože lidé zpravidla preferují bližší zařízení před vzdálenějším. Současně také chybně vzrůstá dostupnost zdravotnických služeb v lokalitě populace i . Tato skutečnost představuje významné omezení metody 2SFCA, které se snaží překonat metoda E2SFCA.

Na základě všech poznatků lze konstatovat, že se jedná o metodu s nenáročným výpočtem a intuitivní interpretací. Z důvodů neměnné váhy poskytovatelů služeb v rámci celé spádové oblasti ji však nelze doporučit ke stanovení dostupnosti zdravotnických služeb. Preferovaný je výběr pokročilejší metody z rodiny FCA, které zmíněný problém řeší.

2.3.2 Enhanced Two-Step Floating Catchment Area (E2SFCA)

Metoda E2SFCA představuje vylepšený způsob hodnocení prostorové dostupnosti služeb. Tuto metodu představili Luo a Qi (2009) jako reakci na nedostatky původního konceptu. Hlavním přínosem metody E2SFCA je zavedení vah pro modelování tzv. distance decay univtr spádové oblasti. „Funkce distance decay popisuje, jak vztah mezi dvěma entitami obvykle slábne s narůstající vzdáleností mezi nimi“ (Hasova a Wolf, 2022). Dle Luo a Qi (2009) rozděluje metoda E2SFCA celou spádovou oblast definovanou 30 minutovým časovým prahem do tří podzón – zóna 0-10 minut, zóna 10-20 minut a zóna 20-30 minut. Každé z těchto zón je na základě Gaussovy funkce přiřazena odpovídající váha.

I v rámci samotné metody E2SFCA však dochází k mírným modifikacím původního výpočtu. V bakalářské práci Kröner (2024) byl k výpočtu dostupnosti zdravotnických služeb ve venkovských oblastech Česka využit nástroj USW-FCA2, který namísto původního rozdělení celé spádové oblasti do tří zón implementuje přiřazení váhy každému páru d_{ij} na základě spojitě funkce (např. Gaussovy), kdy se váha mění s každou jednotkou vzdálenosti či času. Dále tento nástroj umožňuje vybrat jinou distance decay funkci než Gaussovu, jmenovitě lineární či Butterworth funkci, a nabízí možnost přesněji specifikovat parametry jednotlivých funkcí, které ovlivňují například rychlost jejího poklesu. Detailní popis práce a nastavení tohoto nástroje je k dispozici v bakalářské práci Kröner (2024).

Z důvodu logické návaznosti této práce na zmíněnou bakalářskou práci a v rámci zachování konzistence bude pro všechny následující metody z rodiny FCA předpokládáno přiřazení vah jednotlivým párům míst nabídky a míst poptávky na základě spojitě distance decay funkce, což bude zohledněno i ve vzorcích pro jejich výpočet.

Metoda E2SFCA je stejně jako její předchůdce metodou se dvěma kroky:

- 1) V prvním kroku dochází k „vyhledání všech lokalit s populací, které se nacházejí ve spádové oblasti omezené časovým prahem od lokality nabídky, a spočítání vážených poměrů nabídky a poptávky“ (Luo a Qi, 2009). Vzorec je následující (upraveno dle Luo a Qi, 2009; Jörg a Haldimann, 2023):

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_{max}\}} P_i f(d_{ij})}$$

kde R_j = poměr nabídky a poptávky; S_j = kapacita poskytovatele služeb j ; P_i = populace v místě poptávky i ; $f(d_{ij})$ = hodnota váhy pro pár ij dle distance decay funkce; d_{ij} = vzdálenost mezi místem poptávky i a místem poskytovatele služeb j ; d_{max} = hodnota prahu spádové oblasti.

Rozdílem při výpočtu hodnoty R_j oproti metodě 2SFCA je přítomnost hodnoty $f(d_{ij})$, která reprezentuje váhu dané dvojice. Čím vyšší je vzdálenost d_{ij} , tím nižší je váha $f(d_{ij})$ a naopak.

- 2) Ve druhém kroku, obdobně jako u metody 2SFCA, dochází k výpočtu SPAI jako součtu všech hodnot R_j populace i , které jsou násobeny příslušnou váhou $f(d_{ij})$, přičemž jsou zahrnuti pouze poskytovatelé služeb splňující podmínku $d_{ij} \leq d_{max}$.

$$SPAI_i = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_{max}\}} R_j f(d_{ij})$$

kde $SPAI_i$ = index prostorové dostupnosti služeb pro populaci i ; R_j = poměr nabídky a poptávky;
 d_{ij} = vzdálenost mezi místem poptávky i a místem poskytovatele služeb j ;
 d_{max} = hodnota prahu spádové oblasti.

„Výhodou E2SFCA je, že zohledňuje pokles atraktivity s rostoucí vzdáleností (distance decay) v obou krocích, což má pevný teoretický základ v gravitačním modelu, přičemž tato metoda je stále speciálním případem gravitačního modelu“ (Luo a Qi, 2009). Dále navíc autoři uvádějí, že podobně jako u metody 2SFCA je možné metodu prakticky implementovat v GIS prostředí a automatizovat s použitím GIS nástrojů. Přímochařa je také interpretace výsledků.

Ačkoliv metoda E2SFCA představuje významný pokrok oproti základnímu modelu 2SFCA díky integraci funkce vzdálenostního útlumu, odborná literatura identifikuje v souvislosti s těmito přístupy dvě zásadní omezení.

Prvním diskutovaným problémem je tzv. systémové nadhodnocování poptávky (demand overestimation), které je vlastní oběma již zmíněným metodám. Tento nedostatek vyplývá z předpokladu, že potenciální poptávka populace po službách konkrétního poskytovatele zůstává konstantní, a to bez ohledu na existenci alternativních zařízení v dané lokalitě. V reálném prostředí, typicky v urbanizovaných oblastech s vysokou hustotou zdravotnických kapacit, „je poptávka populace po zdravotní péči v určitém zdravotnickém zařízení ovlivněna dostupností dalších blízkých zdravotnických zařízení“ (Wan a kol., 2012). Uživatel zpravidla nečerpá služby od všech dostupných poskytovatelů současně, nýbrž si na základě svých preferencí vybírá jedno konkrétní zařízení. „Nezahrnutí potenciální konkurence způsobuje, že metody 2SFCA a E2SFCA nadhodnocují potenciální poptávku populace, a to ve všech případech, kdy je z jedné populační lokality dostupných více poskytovatelů“ (Delamater, 2013). Na toto omezení reaguje metoda 3SFCA a na ni navazující model E3SFCA. Podrobnější rozbor mechanismu výběrové váhy je uveden v kapitolách věnujícím se těmto metodám.

Druhý společný problém doposud zmíněných metod spočívá v tom, že předpokládá optimální konfiguraci systému. Delamater (2013) uvádí, že „stávající metriky nezohledňují suboptimální povahu systémů zdravotní péče a systematicky nadhodnocují prostorovou dostupnost.“ Současně tyto metody zohledňují vzdálenosti mezi lokacemi populace a poskytovateli služeb pouze relativním způsobem. Delamater (2013) se pokusil vyřešit tyto nedostatky modifikovanou metodou M2SFCA, které se věnuje následující kapitola.

Metoda E2SFCA přináší oproti původní 2SFCA značné zpřesnění výsledků. „Výsledek E2SFCA odhaluje více detailů o distribuci dostupnosti než 2SFCA, protože 2SFCA nerozlišuje prostorové rozdíly uvnitř jednotlivých spádových oblastí. Odhaluje vzor prostorové dostupnosti, který je více v souladu s intuicí, a přesněji vymezuje prostorové

specifické oblasti s nedostatkem zdravotnických pracovníků“ (Luo a Qi, 2009). Na základě uvážení autora má metoda E2SFCA potenciál být uplatněna v praxi, jelikož řeší zásadní nedostatek metody 2SFCA.

2.3.3 Modified Two-Step Floating Catchment Area (M2SFCA)

Metoda M2SFCA je modifikací metody E2SFCA, jejímž autorem je Delamater (2013). Tato metoda byla navržena jako reakce na omezení metody E2SFCA, kterým je předpoklad optimální konfigurace systému zdravotní péče. Zbylé diskutované metody vycházejí z principu váženého průměru. „Vážený průměr hodnot FCA pro jednotlivé populační lokality se rovná poměru nabídky a populace celého studovaného území“ (Shen, 1998; Luo a Wang, 2003; Wang 2012). Z tohoto matematického principu plyne, že výsledná hodnota prostorové dostupnosti celého systému zůstává konstantní bez ohledu na rozmístění poskytovatelů zdravotní péče uvnitř území. Jinými slovy, veškerá dostupná nabídka je vždy plně distribuována celé populaci.

- 1) Metoda M2SFCA reflektuje tuto skutečnost zavedením distance decay funkce již v prvním kroku výpočtu. Tím vzniká hodnota R_{ij} , která označuje poměr nabídky a poptávky pro každou kombinaci populační lokality a poskytovatele služeb. Výpočet probíhá pomocí vzorce (upraveno dle Delamater, 2013; Jörg a Haldimann, 2023):

$$R_{ij} = \frac{S_j f(d_{ij})}{\sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_{max}\}} P_i f(d_{ij})}$$

kde R_{ij} = poměr nabídky a poptávky pro každý pár místa poptávky a místa poskytovatele;
 S_j = kapacita poskytovatele služeb j ; P_i = populace v místě poptávky i ; $f(d_{ij})$ = hodnota váhy pro pár ij
dle distance decay funkce; d_{ij} = vzdálenost mezi místem poptávky i a místem poskytovatele služeb j ;
 d_{max} = hodnota prahu spádové oblasti.

- 2) V druhém kroku se pro každé místo poptávky i vypočte SPAI jako suma párových poměrů R_{ij} vynásobených příslušnou vahou $f(d_{ij})$ pro všechny poskytovatele j splňující podmínku $d_{ij} < d_{max}$ (upraveno dle Delamater, 2013; Jörg a Haldimann, 2023):

$$SPAI_i = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_{max}\}} R_{ij} f(d_{ij})$$

kde $SPAI_i$ = index prostorové dostupnosti služeb pro populaci i ; R_{ij} = poměr nabídky a poptávky;
 d_{ij} = vzdálenost mezi místem poptávky i a místem poskytovatele služeb j ;
 d_{max} = hodnota prahu spádové oblasti.

„Pomocí M2SFCA lze popsat celkovou efektivitu prostorové dostupnosti v rámci zdravotnického systému a velké systémy (např. na úrovni státu nebo regionu) lze kvantitativně porovnávat“ (Delamater, 2013). Delamater (2013) dále uvádí, že „M2SFCA nabízí bohatší charakterizaci prostorové dostupnosti na úrovni celého systému a má rovněž potenciál sloužit v aplikacích zdravotnického plánování.“

Hlavní nevýhodou M2SFCA je vyšší výpočetní náročnost oproti ostatním metodám. Zatímco například E2SFCA počítá jeden poměr R_j pro každého poskytovatele, M2SFCA vyžaduje výpočet samostatného poměru pro každou dvojici populace a poskytovatele.

V rozsáhlých studijních oblastech s hustou sítí populačních lokalit i poskytovatelů péče to může představovat značnou výpočetní zátěž. Druhým omezením metody je skutečnost, že podobně jako všechny metody pracující ve dvou krocích nezohledňuje potenciální konkurenci mezi poskytovateli péče.

Na základě předložených skutečností lze metodu M2SFCA doporučit především v případě, kdy prostorová distribuce zdravotnických zařízení naznačuje jinou než optimální konfiguraci systému a zároveň studované území není z důvodu výpočetní náročnosti příliš rozsáhlé, jak tomu může být právě u přeshraničních regionů celé Evropské unie.

2.3.4 Three-Step Floating Catchment Area (3SFCA)

Metoda 3SFCA představuje další rozšíření metod z rodiny Floating Catchment Area. Tuto metodu představili Wan a kol. (2012) jako reakci na omezení metod pracujících ve dvou krocích, konkrétně na problém systémového nadhodnocování poptávky. Tento problém vyplývá z předpokladu, že potenciální poptávka populace po službách konkrétního poskytovatele zůstává konstantní bez ohledu na existenci dalších alternativních poskytovatelů ve stejné lokalitě. V reálném prostředí však obyvatelé zpravidla volí mezi více dostupnými zařízeními, přičemž jejich rozhodování je ovlivněno zejména vzdáleností k jednotlivým poskytovatelům.

Tuto skutečnost zohlednili Wan a kol. (2012) přidáním nového kroku na začátku výpočtu, ve kterém je spočítána pravděpodobnost, že populace i bude poptávat služby u poskytovatele j . „Tato pravděpodobnost se označuje G_{ij} a je v metodě 3SFCA označována jako výběrová váha závislá na vzdálenosti mezi populací i a konkrétním poskytovatelem j a zároveň na vzdálenosti mezi populací i a všemi ostatními poskytovateli služeb“ (Jörg a Haldimann, 2023). Tato výběrová váha je používána v navazujících krocích.

- 1) V prvním kroku probíhá výpočet hodnoty výběrové váhy (selection weights) podle vzorce (upraveno dle Wan a kol., 2012; Jörg a Haldimann, 2023):

$$G_{ij} = \frac{f(d_{ij})}{\sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_{max}\}} f(d_{ij})}$$

kde G_{ij} = výběrová váha mezi populací i a poskytovatelem j ; $f(d_{ij})$ = hodnota váhy pro pár ij dle distance decay funkce; d_{ij} = vzdálenost mezi místem poptávky i a místem poskytovatele služeb j ; d_{max} = hodnota prahu spádové oblasti.

Z rovnice vyplývá, že součet všech výběrových vah pro jednu populační lokalitu je roven jedné. Celková poptávka populace tedy není navyšována, ale pouze redistribuována mezi dostupné poskytovatele. Právě v tom spočívá hlavní rozdíl oproti metodám 2SFCA, E2SFCA a M2SFCA. Wan a kol. (2012) tímto způsobem usilují o to, aby byl model „více přiměřený“ z hlediska vztahu mezi nabídkou a poptávkou.

- 2) Ve druhém kroku dochází k výpočtu poměru nabídky a poptávky R_j , obdobně jako u metod 2SFCA a E2SFCA. Oproti těmto metodám je však populace vstupující do jmenovatele násobena nejen distance decay vahou, ale také výběrovou vahou. Výsledný vztah lze zapsat následovně (upraveno dle Wan a kol., 2012, Jörg a Haldimann, 2023):

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_{max}\}} G_{ij} P_i f(d_{ij})}$$

kde R_j = poměr nabídky a poptávky; S_j = kapacita poskytovatele služeb j ; G_{ij} = výběrová váha mezi populací i a poskytovatelem j ; P_i = populace v místě poptávky i ; $f(d_{ij})$ = hodnota váhy pro pár ij dle distance decay funkce; d_{ij} = vzdálenost mezi místem poptávky i a místem poskytovatele služeb j ; d_{max} = hodnota prahu spádové oblasti.

Poskytovatel, který má ve svém okolí více konkurujících zařízení, neabsorbuje celou potenciální poptávku dané populace, ale pouze její odpovídající část. Tím dochází ke snížení efektu nadhodnocení poptávky

- 3) Ve třetím kroku se pro každou populaci i vypočítá SPAI jako suma všech hodnot R_j , které jsou vázeny distance decay funkcí a výběrovou vahou. Výpočet probíhá dle vztahu (upraveno dle Wan a kol., 2012, Jörg a Haldimann, 2023):

$$SPAI_i = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_{max}\}} G_{ij} R_j f(d_{ij})$$

kde $SPAI_i$ = index prostorové dostupnosti služeb pro populaci i ; G_{ij} = výběrová váha mezi populací i a poskytovatelem j ; R_j = poměr nabídky a poptávky; d_{ij} = vzdálenost mezi místem poptávky i a místem poskytovatele služeb j ; d_{max} = maximální hodnota prahu spádové oblasti.

„Hlavní výhoda metody 3SFCA oproti předchozím modelům spočívá v jejím realističtějším předpokladu konkurence mezi zdravotnickými zařízeními. Díky využití schématu konkurence založeného na dojezdovém čase metoda 3SFCA vykazuje nižší poptávku po jednotlivých zdravotnických zařízeních, a tím minimalizuje problém jejího nadhodnocení“ (Wan a kol., 2012). Na základě případové studie navíc Wan a kol. (2012) uvádějí, že metoda 3SFCA vykazuje zvláště silný potenciál pro identifikaci oblastí s nedostatečnou dostupností zdravotní péče. Výpočetní náročnost této metody navíc zůstává nízká, především oproti M2SFCA.

Delamater (2013) však upozorňuje, že ačkoliv je začlenění konkurence mezi poskytovateli teoreticky přínosné, může v aplikační rovině docházet k přecenění její role. Zároveň předpokládá, že „místa nabídky jsou optimálně rozmístěna tak, aby odpovídala potřebám populace v rámci daného systému“ (Delamater, 2013).

Nelze konstatovat, že metoda 3SFCA s sebou nepřináší žádné nedostatky. Řeší však nejzásadnější problémy vyskytující se u jednodušších metod. I přes vyšší úroveň komplexnosti však zůstává zachován nenáročný výpočet a široká možnost interpretace výsledků.

2.3.5 Enhanced Three-Step Floating Catchment Area (E3SFCA)

Metoda E3SFCA navazuje na principy metody 3SFCA a je zároveň posledním zkoumaným rozšířením metod z rodiny FCA. Jejím cílem je stejně jako u metody 3SFCA zohlednit konkurenci mezi poskytovateli zdravotnických služeb, avšak způsobem, který lépe vystihuje skutečné rozhodování pacientů při volbě konkrétního zařízení. „Namísto

výběrové váhy využívá metoda E3SFCA Huffův pravděpodobnostní model pro zohlednění konkurence mezi poskytovateli“ (Jörg a Haldimann, 2023).

Tuto metodu rozvinuli Xing a Ng (2022), vychází však z práce Luo (2014), kdy byl do metody 2SFCA začleněn Huffův model, aby byla zkoumána pravděpodobnost, s jakou si lidé vybírají konkrétní místo poskytování služeb. Huffův model vychází z předpokladu, že volba konkrétního poskytovatele není ovlivněna pouze vzdáleností nebo dojezdovým časem, ale také velikostí či atraktivitou daného zařízení. „Huffův model předpokládá pozitivní vliv velikosti (nebo atraktivity) místa nabídky a inhibiční vliv vzdálenosti“ (Jörg a Haldimann, 2023).

- 1) Na rozdíl od 3SFCA tato metoda v prvním kroku nepracuje s výběrovou vahou G_{ij} , ale s tzv. Huffovou pravděpodobností $Huff_{ij}$. Tato pravděpodobnost vyjadřuje, s jakou měrou bude populace i poptávat služby poskytovatele j a je počítána podle vzorce (upraveno dle Xing a Ng, 2022; Jörg a Haldimann, 2023):

$$Huff_{ij} = \frac{S_j f(d_{ij})}{\sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_{max}\}} S_j f(d_{ij})}$$

*kde $Huff_{ij}$ = Huffova pravděpodobnost, že populace i využije služby poskytovatele j ;
 S_j = kapacita poskytovatele služeb j ; $f(d_{ij})$ = hodnota váhy pro pár ij dle distance decay funkce;
 d_{ij} = vzdálenost mezi místem poptávky i a místem poskytovatele služeb j ;
 d_{max} = hodnota prahu spádové oblasti.*

- 2) Ve druhém kroku dochází k výpočtu poměru nabídky a poptávky R_j . Stejně jako u předchozích metod je i zde kapacita poskytovatele vztažena k poptávce populace v rámci spádové oblasti. Rozdíl je, že poptávka je modifikována pomocí Huffovy pravděpodobnosti. Výpočet lze zapsat následovně (upraveno dle Xing a Ng, 2022; Jörg a Haldimann, 2023):

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_{max}\}} Huff_{ij} P_i f(d_{ij})}$$

*kde R_j = poměr nabídky a poptávky; S_j = kapacita poskytovatele služeb j ; $Huff_{ij}$ = Huffova pravděpodobnost, že populace i využije služby poskytovatele j ; P_i = populace v místě poptávky i ;
 $f(d_{ij})$ = hodnota váhy pro pár ij dle distance decay funkce; d_{ij} = vzdálenost mezi místem poptávky i a místem poskytovatele služeb j ; d_{max} = hodnota prahu spádové oblasti.*

- 3) Ve třetím kroku se pro každou populaci i vypočítá výsledný SPAI jako součet všech hodnot R_j , které jsou násobeny distance decay funkcí a zároveň Huffovou pravděpodobností. Výpočet lze zapsat pomocí vzorce (upraveno dle Xing a Ng, 2022; Jörg a Haldimann, 2023):

$$SPAI_i = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_{max}\}} Huff_{ij} R_j f(d_{ij})$$

kde SPA_i = index prostorové dostupnosti služeb pro populaci i ; $Huff_{ij}$ = Huffova pravděpodobnost, že populace i využije služby poskytovatele j ; R_j = poměr nabídky a poptávky; d_{ij} = vzdálenost mezi místem poptávky i a místem poskytovatele služeb j ; d_{max} = hodnota prahu spádové oblasti.

Za hlavní výhodu metody E3SFCA lze považovat právě její schopnost „zohlednit vliv jak cestovních nákladů, tak kapacity poskytovatelů služeb“ (Xing a Ng, 2022). To je významné zejména v prostředí zdravotnictví, kde se jednotlivá zařízení mohou výrazně lišit kapacitou, úrovní specializace nebo celkovou kvalitou služeb. E3SFCA umožňuje lépe zachytit situace, kdy větší nebo atraktivnější zařízení odčerpávají část poptávky i z lokalit, které mají dostupné i jiné poskytovatele.

I tato metoda však naráží na jistá omezení. Jörg a Haldimann (2023) v návaznosti na Delamatera (2013) uvádějí, že metody E2SFCA i (E)3SFCA „uvažují vzdálenosti mezi populací a místy nabídky pouze relativním způsobem, což implikuje optimální konfiguraci celého systému.“ Výpočetní náročnost je srovnatelná s metodou 3SFCA, přináší s sebou však větší požadavky na kvalitní data vstupující do výpočtů – je nutné, aby poskytovatelé služeb měli stanovenou kapacitu S_j . V případě, že by tato podmínka nebyla splněna, metoda E3SFCA poskytuje výsledky identické s metodou 3SFCA a v tomto kontextu přichází o své opodstatnění. Tuto metodu lze tedy doporučit pouze v případě, že tento atribut je vyplněn u všech poskytovatelů služeb, což je požadavek často nesplnitelný například u datových sad pokrývajících rozsáhlejší území (např. státy či kontinenty).

2.4 Systémy zdravotní péče v Evropské unii

Zdravotní péče představuje jednu z klíčových složek sociálního zabezpečení obyvatelstva a zároveň jednu ze základních oblastí veřejných politik evropských států. Přestože je zdravotnictví v členských státech Evropské unie organizováno odlišně, společným jmenovatelem je snaha zajistit obyvatelstvu dostupnou, kvalitní a bezpečnou zdravotní péči. Jak je uvedeno v Zásadách evropského pilíře sociálních práv, „každý má právo na včasný přístup k cenově dostupné preventivní a léčebné zdravotní péči dobré kvality“ (Evropská komise, 2021).

Z hlediska institucionálního uspořádání je však nezbytné zdůraznit, že zdravotnictví zůstává především v kompetenci jednotlivých členských států. Evropská unie sama neprovozuje jednotný zdravotnický systém a neurčuje jednotný model financování či organizace zdravotních služeb. „Členské státy jsou zodpovědné za vymezení a provádění svých zdravotních politik, stejně jako za organizaci a poskytování zdravotních služeb a zdravotní péče“ (Leloup, 2021), zatímco Evropská unie jejich činnost pouze doplňuje. Podobně i článek 168 Smlouvy o fungování Evropské unie stanoví, že Unie podporuje spolupráci mezi členskými státy, zejména za účelem zlepšení komplementarity zdravotních služeb v přeshraničních oblastech, nikoliv však jejich nahrazení jednotným nadnárodním systémem.

Zdravotní systémy členských států Evropské unie (EU) se liší jak historickým vývojem, tak způsobem financování a řízení. V evropském prostoru se obvykle rozlišují systémy založené na veřejném zdravotním pojištění a systémy financované převážně z daní. Navzdory těmto rozdílům však většina evropských zemí sdílí obdobné cíle, mezi něž patří univerzální pokrytí obyvatelstva. Dle Busse a kol. (2006) i v zemích s formálně univerzálním pokrytím mohou přetrvávat významné překážky v přístupu ke zdravotní péči, a to nejen geografické, ale i organizační, finanční nebo informační.

Zvláštní význam má zdravotní péče v EU také z pohledu přeshraničních regionů. V těchto územích se totiž geografická blízkost zahraničních poskytovatelů může dostávat

do kontrastu s administrativními hranicemi národních systémů. „Politické, ekonomické, komunikační a kulturní hranice stále omezují dostupnost akutní zdravotní péče pro pacienty“ (Kuntosch a kol., 2023), takže obyvatelé příhraničních oblastí často musí akceptovat delší vzdálenost k nejbližšímu poskytovateli ve vlastním státě, přestože zařízení za hranicí může být fyzicky blíže. Autoři zároveň zdůrazňují, že otevření hranic může v některých případech dostupnost zdravotní péče zlepšovat, ale současně může vytvářet nové tlaky na lokální zdravotnická zařízení.

Bariéry v přeshraniční zdravotní péči identifikuje také iniciativa b-solutions v kompendiu z roku 2024, a to především ty spojené s právními předpisy, administrativními požadavky, úhradami a proplácením péče. Je zde předložen případ, kdy „nizozemské rodiny žijící na německé straně hranice mají potíže s proplácením nákladů na psychiatrickou péči pro své děti, kterou obdržely v Nizozemsku, a to kvůli složitým a odlišným státním předpisům“ (AEBR, 2024). Podobně i ve dvojměstí Valga–Valka rozděleném mezi Estonsko a Lotyšsko se ukazuje, že i když je zdravotnické zařízení na druhé straně hranice geograficky nejbližším místem péče, tak v tomto případě „vyšší náklady na zdravotní péči v Estonsku představují pro lotyšské pacienty značnou finanční zátěž“ (AEBR, 2024).

Zdravotní péči v Evropské unii lze tedy chápat jako systém založený na dvojí logice. Na jedné straně stojí národní zdravotnické systémy, které si zachovávají vysokou míru autonomie a odlišnosti. Na straně druhé existují evropské i regionální právní rámce, jež mají za cíl podporovat spolupráci, koordinovat přeshraniční situace a umožňovat mobilitu pacientů i zdravotnických pracovníků. Je však potřeba brát v potaz zmíněné překážky, které jsou v současnosti stále součástí těchto mechanismů.

2.4.1 Přeshraniční spolupráce na celoevropské úrovni

Možnost čerpat zdravotní péči v jiném členském státě Evropské unie představuje jeden z nejvýznamnějších projevů evropské integrace v oblasti zdravotnictví. Přestože organizace zdravotní péče zůstává primárně v kompetenci jednotlivých států, evropský právní rámec vytvořil mechanismy, které umožňují pacientům získat zdravotní péči i mimo stát pojištění.

Jak uvádí studie zpracovaná pro Evropskou komisi, přeshraniční zdravotní péče je „zdravotní péče poskytnutá nebo předepsaná v jiném členském státě, než je členský stát pojištění“ (Gesundheit Österreich, 2018). Prakticky se přitom jedná zejména o dvě základní situace, a to o neplánovanou zdravotní péči během dočasného pobytu v zahraničí a o plánovanou zdravotní péči, za kterou pacient do jiného státu cestuje cíleně.

Neplánovaná zdravotní péče

První možností, jak využít zdravotní péči v jiném státu Evropské unie je čerpání neplánované zdravotní péče během dočasného pobytu v jiném členském státě, a to prostřednictvím Evropského průkazu zdravotního pojištění (EHIC). „Karta EHIC je ve všech členských státech EU stejná a dokládá, že její držitel je pojištěn v rámci systému sociálního zdravotního pojištění“ (Ried a Marschall, 2016). Evropská komise uvádí, že účelem EHIC je „usnadnit přístup ke zdravotní péči během dočasného pobytu držitele v jiném členském státě a urychlit úhradu vzniklých nákladů“ (Evropská komise, 2026).

Držitel průkazu má nárok na takovou zdravotní péči, která se během pobytu stane z lékařského hlediska nezbytnou, přičemž je ošetřen za stejných podmínek jako osoby pojištěné v dané zemi. To znamená, že pokud místní pojištěnci část péče hradí sami, týká se tato spoluúčast i zahraničního pacienta. EHIC se tedy vztahuje na dočasné pobyty,

například turistické, studijní nebo pracovní, nikoliv na situace, kdy pacient cestuje do zahraničí přímo za účelem léčby.

V některých případech existuje další způsob, jak získat neplánovanou zdravotní péči v zahraničí, konkrétně v případě existence přeshraničních smluv, tj. „pokud poskytovatel zdravotního pojištění v členském státě pojištění uzavřel smlouvu alespoň s některým poskytovatelem ve členském státě léčby“ (Nebling a Schemken, 2006).

Plánovaná zdravotní péče

Z hlediska plánované zdravotní péče existují v Evropské unii dva základní mechanismy. Prvním z nich je systém založený na koordinaci systémů sociálního zabezpečení, zejména na nařízení (ES) č. 883/2004, v jehož rámci pacient žádá o předchozí souhlas, obvykle prostřednictvím formuláře S2. „Pokud je žádost schválena, má pacient přístup ke zdravotní péči v členském státě, kde je léčba poskytována, za stejných podmínek jako občané tohoto státu, kteří v této zemi mají zdravotní pojištění“ (Ried a Marschall, 2016). Úhrada za léčbu je zpravidla vypořádána přímo mezi institucemi.

Souhlas ve formě formuláře S2 má být podle unijních pravidel udělen zejména tehdy, pokud je požadovaná péče součástí nároků pacienta ve státě pojištění, avšak nemůže mu být poskytnuta ve „lhůtě, která je z lékařského hlediska odůvodnitelná“ (Evropská unie, 2011). Tato formulace zdůrazňuje, že přeshraniční péče nemá nahrazovat národní systém automaticky, ale má sloužit jako alternativa v případech, kdy toho domácí zdravotní systém není schopen.

„Druhou cestu k plánované přeshraniční zdravotní péči nabízí směrnice EU 2011/24/EU, která se od dříve popsání postupu liší v několika důležitých ohledech“ (European Patients' Forum, 2013). První rozdíl spočívá v tom, že většinou není nutné získat předchozí souhlas, nicméně současně umožňuje členským státům zavést systém předchozího souhlasu i v rámci tohoto mechanismu, avšak jen u vybraných typů péče. Předchozímu souhlasu podléhá zejména „péče, která zahrnuje alespoň jedno přenocování pacienta v nemocnici nebo vyžaduje vysoce specializovanou a nákladnou zdravotnickou infrastrukturu nebo vybavení“ (Evropská unie, 2011).

Navíc oproti systému založenému na formuláři S2 pacient zpravidla nejprve péči uhradí sám a až následně žádá o proplacení ve státě svého pojištění. Proplacení probíhá podle sazeb, které by byly uplatněny za stejnou nebo srovnatelnou péči v domovském systému. Portál Your Europe v této souvislosti uvádí, že pacient může „zaplatit plánovanou léčbu sám a nechat si po návratu proplatit část nebo všechny náklady“ (Evropská unie, 2025), přičemž tato možnost se vztahuje jak na veřejné, tak i na soukromé poskytovatele v jiném členském státě.

Důležitou součástí systému přeshraniční zdravotní péče jsou také národní kontaktní místa (anglicky national contact points, zkráceně NCP). Směrnice 2011/24/EU výslovně předpokládá jejich zřízení protože „vhodné informace o všech podstatných aspektech přeshraniční zdravotní péče jsou nezbytné, aby pacienti mohli svá práva v praxi vykonávat“ (Evropská unie, 2011). Národní kontaktní místa poskytují informace o možnostech léčby v zahraničí, o pravidlech úhrady, o tom, zda je u konkrétní péče vyžadován předchozí souhlas, i o právech pacientů ve státě léčby. Studie Evropského parlamentu zároveň upozorňuje, že právě informovanost zůstává jedním z nejslabších článků celého systému, protože pacienti často nevědí, na co mají nárok, jaký mechanismus je pro ně vhodnější a v jaké výši jim budou náklady skutečně proplaceny.

Vedle těchto hlavních mechanismů existují i specifické situace spojené s přeshraniční mobilitou, například u přeshraničních pracovníků, důchodců pobývajících v jiném státě

nebo obyvatel dlouhodobě žijících za hranicemi státu pojištění. V těchto případech vstupují do hry další nástroje koordinace sociálního zabezpečení a zvláštní administrativní postupy. „V praxi je tak třeba řešit například i otázky formulářů S1, pracovní neschopnosti nebo návaznosti péče u přeshraničních pracovníků“ (Leloup, 2021).

2.4.2 Přeshraniční spolupráce na regionální úrovni

Vedle práv pacientů na čerpání zdravotní péče v jiném členském státě Evropské unie se v evropském prostoru postupně rozvíjí také přeshraniční spolupráce na regionální úrovni. Ta reaguje především na skutečnost, že v příhraničních oblastech nemusí administrativní hranice odpovídat skutečnému funkčnímu prostoru každodenního života obyvatel. Nejbližší nemocnice, ambulance nebo specializované pracoviště se tak může nacházet za státní hranicí, a nikoliv ve státě bydliště pacienta.

Významnou roli v tomto směru hraje Evropská územní spolupráce – Interreg, která je součástí kohezní politiky Evropské unie již od roku 1990. Studie Evropského parlamentu z roku 2021 uvádí, že počet projektů souvisejících se zdravotnictvím v programech Interreg postupně rostl, a že v období 2014–2020 bylo identifikováno 169 zdravotnických zaměřených projektů, z toho 135 v rámci Interreg A, tedy spolupráce mezi sousedními regiony. „Mezi nejčastější témata zdravotnických projektů se řadilo posilování institucionální spolupráce a inovace, přičemž 38 % projektů se zaměřovalo na školení, 22 % na léčbu a diagnostiku a 17 % na vybavení“ (Leloup, 2021).

Další významnou formou institucionálního ukotvení přeshraniční spolupráce jsou Evropská seskupení pro územní spolupráci (EGTC). Tato právní forma umožňuje veřejným institucím z různých států vytvářet společné struktury bez nutnosti uzavírat nový mezistátní rámec pro každý jednotlivý projekt. EGTC se uplatňuje zejména tam, kde je potřeba dlouhodobá koordinace, společné rozhodování a správa sdílených zařízení.

Většina regionálních projektů nesměřuje primárně k masové mobilitě pacientů, ale spíše k posilování kapacit systému prostřednictvím vzdělávání, tvoření sítí, výměny zkušeností, sdílení dat, pořizování vybavení nebo zlepšení diagnostiky a organizace péče v přeshraničních oblastech. Vybrané konkrétní příklady přeshraniční spolupráce na regionální úrovni jsou rozebrány v kapitole 4.3.5 Potenciál přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví, alternativně je možné využít StoryMapu profilů přeshraničních regionů, která je publikována společně s touto prací a odkaz se nachází v Příloze 19.

2.5 Podobné studie

Podobným tématům se věnovala i řada českých a zahraničních prací. Relevantní jsou zejména práce zaměřené na prostorové hodnocení zdravotnických služeb, práci s přeshraničními oblastmi, využití metod z rodiny FCA a na analýzu vazeb v přeshraničních regionech.

Z hlediska širšího evropského kontextu je blízká zejména diplomová práce Michala Kupky s názvem *Prostorové hodnocení vybraných aspektů zdravotní péče a služeb v Evropě*. Kupka (2021) se zabýval situací zdravotní péče a služeb v Evropě ve více geografických úrovních, od úrovně států až po nižší regionální měřítko. V práci provedl vizuální analýzu zdravotnických indikátorů, následnou exploratorní analýzu a finální syntézu zdravotnických a socio-ekonomických ukazatelů. „Mezi hlavní zjištění práce patří potvrzení, že zdravotní péče a služby jsou v západní Evropě na vyšší úrovni než na východě. Existují významné zdravotnické regiony, které ze svých spádových oblastí stahují obyvatele do svého centra“ (Kupka, 2021).

Z hlediska přeshraničního rozměru je blízká diplomová práce Terezy Böhmové *Přeshraniční spolupráce, zdravotnické služby a jejich efektivnost*. Tato práce se zaměřuje na přeshraniční spolupráci v oblasti zdravotnických služeb na česko-polské hranici v Moravskoslezském kraji. „Cílem práce je identifikovat a zhodnotit bariéry, které ovlivňují její rozvoj a intenzitu. Práce kombinuje analýzu překážek a dostupnosti zdravotní péče, dotazníkové šetření mezi obyvateli a expertní rozhovory“ (Böhmová, 2025). Narozdíl od předkládané práce do procesu nebyly nijak začleněny GIS analýzy. Tato práce však upozorňuje na význam bariér, které mohou omezovat praktické fungování přeshraniční péče i tam, kde geografická blízkost poskytovatelů vytváří vhodné podmínky pro spolupráci.

Relevantní práci představuje i diplomová práce Jana Garčka *Dostupnost zdravotnické péče v České republice*, vzniklá na ČVUT ve spolupráci s OpenDataLab. Garček (2022) se zaměřil na dostupnost zdravotnické péče v České republice na úrovni lékařských specializací a jeho práce byla propojena s tvorbou webové aplikace „Mapa zdraví“. Tato práce je inspirativní zejména důrazem na praktickou využitelnost výsledků, práci s otevřenými daty a snahou převést analytické výstupy do přístupné online podoby.

Z mezinárodních prací je vhodné zvážit studii Evropské komise *Study on Cross-Border Cooperation – Capitalising on existing initiatives for cooperation in cross-border regions* z roku 2018. Tato studie analyzovala existující iniciativy přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví a zaměřila se na jejich silné stránky, budoucí příležitosti i možné scénáře dalšího vývoje. Dle Gesundheit Österreich (2018) se „přeshraniční zdravotnické projekty nejčastěji rozvíjejí mezi zeměmi s podobnou tradicí sociálního zabezpečení, sdílenou historií nebo výraznou geografickou blízkostí a často pomáhají kompenzovat mezery v regionálním zajištění zdravotní péče.“

Důležitý nadnárodní zdroj představuje studie Evropského parlamentu *Cross-border cooperation in healthcare* z roku 2021. „Tato studie analyzuje roli kohezní politiky v přeshraniční spolupráci v oblasti zdravotnictví, se zvláštním důrazem na programy Interreg V-A“ (Leloup, 2021). Kromě toho Leloup (2021) také předkládá doporučení, na základě kterých má dojít k usnadnění pohybu pacientů a zdravotnického personálu přes hranice a k širší podpoře vzájemného přeshraničního rozvoje.

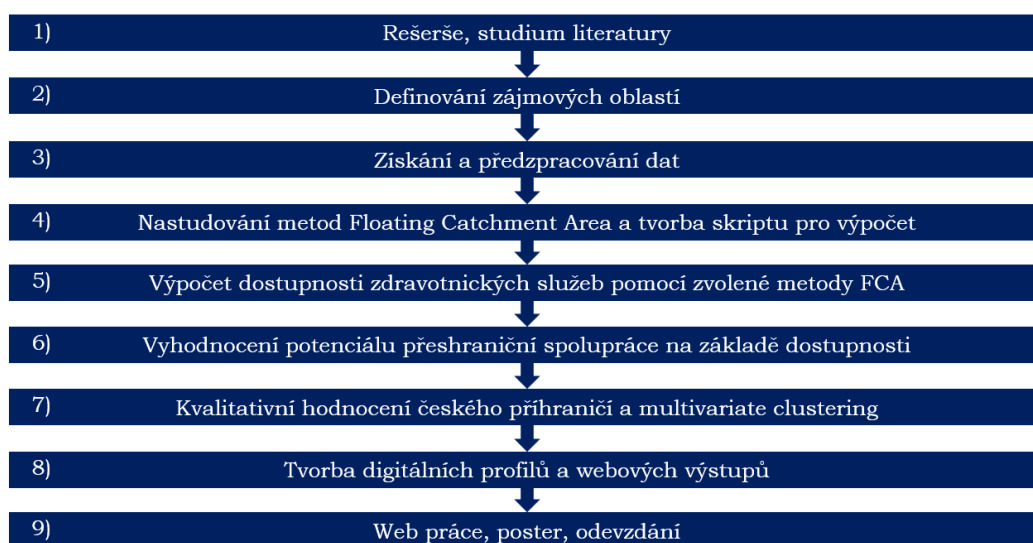
Vedle výhradně zdravotnických studií je vhodné zmínit i širší projekty zaměřené na přeshraniční funkční oblasti a veřejné služby. Jedním z nich je *ESPON CROSSGOV – Governance mechanisms for cross-border functional areas*. Oficiální zdroje ESPON udávají, že projekt přinesl „první komplexní porozumění přeshraničním funkčním oblastem napříč prostorem ESPON“ a zaměřil se na jejich vymezování i na struktury přeshraničního řízení. Přestože projekt není zaměřen výhradně na zdravotnictví, je přínosný tím, že pomáhá chápat přeshraniční regiony jako funkční území, jejichž reálné vazby mohou přesahovat administrativní hranice.

Dosavadní realizované studie se soustředily buď na prostorové hodnocení zdravotní péče v národním či evropském měřítku, nebo na institucionální a praktické aspekty přeshraniční spolupráce v příhraničních regionech. Neobjevují se však práce, které by tyto dva přístupy přímo spojovaly, tedy které by současně hodnotily dostupnost zdravotnických služeb v přeshraničních regionech Evropské unie, využívaly pokročilé metody z rodiny FCA a zároveň výsledky vztahovaly k potenciálu přeshraniční spolupráce. Právě v tomto propojení lze spatřovat hlavní přínos předkládané diplomové práce.

3 METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ

Za účelem zpracování této diplomové práce bylo nezbytné postupovat v logické posloupnosti jednotlivých kroků. Práce byla zahájena rešerší odborné literatury vztahující se ke klíčovým tématům, která jsou podrobně rozebrána v kapitole 2. Následovalo vymezení zájmových oblastí, získání a předzpracování vstupních dat a studium jednotlivých modifikací metod FCA, na jehož základě byla vybrána optimální metoda pro výpočet dostupnosti zdravotnických zařízení v kontextu této práce.

Po provedení samotných prostorových analýz následovalo hodnocení potenciálu přeshraniční spolupráce a dílčí kvalitativní zhodnocení českých příhraničních regionů s využitím vybraných socio-ekonomických a demografických indikátorů. V závěrečné fázi byly vytvořeny výstupy práce, zejména storymapy a webové mapy sdružené do jednoho webového portálu, profily ve formátu PDF, webová stránka práce a poster. Celkový postup zpracování práce je schematicky znázorněn na Obr. 4.



Obr. 4 Postup zpracování

3.1 Použitá data

Zájmové oblasti

Základním vstupním datovým zdrojem byly polygonové vrstvy vymezující přeshraniční oblasti. Jak je uvedeno v kapitole 2.1 Vymezení přeshraničních oblastí, existuje několik přístupů k vymezení přeshraničních regionů. Pro účely této práce byla definována přeshraniční oblast jako pásmo o šířce 25 km na obou stranách hranice sousedních států. Tento přístup byl zvolen po konzultaci s vedoucím práce proto, že umožňuje vymežit přeshraniční oblasti jednotně a srovnatelně napříč Evropou bez zkreslení způsobeného rozdílnou velikostí administrativních jednotek. Současně reprezentuje území, kde lze předpokládat nejintenzivnější přeshraniční vazby.

Z metodologického hlediska je nutné zdůraznit, že ačkoliv byla zájmová oblast práce vymezena jako buffer o šířce 25 km podél státní hranice, samotný výpočet ukazatele SPAI metodami z rodiny FCA musel probíhat v 50km bufferu. Důvodem je tzv. edge effect (hraniční efekt), kdy by při výpočtu pouze v 25km bufferu docházelo k výraznému zkreslení hodnot u jeho vnějších okrajů. V okrajových lokalitách bufferu by totiž nebylo možné správně vytvořit plovoucí spádové oblasti, protože část potenciálních vazeb na nabídku

i poptávku by se nacházela již mimo vymezené území a do výpočtu by nevstupovala. Následná interpretace a vizualizace výsledků probíhala ve vnitřním 25km přeshraničním pásmu.

Buffer o šířce 25 km a 50 km byl vytvořen podél společných státních hranic členských států EU a rovněž podél hranic tří států mimo EU, konkrétně Švýcarska, Norska a Lichtenštejnska. Zařazení těchto zemí odpovídá metodologii Evropské komise (2024), kterou využívá také platforma JRC ACROSS Hub. Všechny přeshraniční oblasti (celkem 44) byly nejprve vytvořeny individuálně a následně spojeny do jediné vrstvy pomocí nástroje Merge, jelikož výpočet SPAI metodami FCA probíhal pro celé území Evropy současně. Tento přístup byl zvolen s cílem předejít nesouladům výsledků v lokalitách, kde se jednotlivé přeshraniční oblasti vzájemně překrývají.

Zdrojem dat průběhu státních hranic byla databáze GISCO, konkrétně liniová vrstva stažená pro referenční rok 2024 ve formátu GeoPackage. Data odpovídají měřítku 1 : 1 000 000 a jsou v souřadnicovém referenčním systému ETRS89 / LAEA Europe (EPSG:3035).

Rozmístění zdravotnických zařízení

Pro získání dat o rozmístění zdravotnických služeb na území Evropy byla využita databáze OpenStreetMap (dále jen OSM). Ke stažení dat byl použit zásuvný modul QuickOSM v softwaru QGIS. V rámci práce byly analyzovány tři typy zdravotnických služeb: **nemocnice** (hospital), **lékárny** (pharmacy) a **ordinace lékařů** (doctors). Tyto kategorie byly zvoleny z důvodu návaznosti na metodický přístup používaný v projektech ESPON, které rovněž uvádějí OSM jako hlavní datový zdroj pro jejich analýzy.

Při získávání dat prostřednictvím pluginu QuickOSM je nutné definovat atributy key (klíč) a value (hodnota). Zdravotnická zařízení jsou v databázi OSM evidována pod dvěma různými klíči, konkrétně amenity a healthcare. Na základě empirického ověření bylo zjištěno, že data evidovaná pod těmito klíči se navzájem doplňují, a proto byly využity oba.

Ve výsledku byly staženy všechny záznamy odpovídající následujícím kombinacím klíče a hodnoty: amenity = hospital, amenity = doctors, amenity = pharmacy, healthcare = hospital, healthcare = doctor a healthcare = pharmacy. Pro ověření byla provedena kontrola možného výskytu duplicitních záznamů, přičemž nebyly identifikovány žádné zdvojené záznamy. Výsledné vrstvy zdravotnických zařízení jsou aktuální k datu 1. 12. 2025 a jsou součástí datových podkladů odevzdaných spolu s touto prací.

Silniční síť

Dalším nezbytným datovým podkladem byla silniční síť. Stejně jako v případě dat umístění zdravotnických zařízení byl i zde jako nejvhodnější otevřený zdroj zvolen projekt OSM. Silniční síť byla získávána prostřednictvím zásuvného modulu QuickOSM v softwaru QGIS. Vzhledem k rozsahu analyzovaného území a velikosti datových sad byla silniční síť stahována samostatně pro každou přeshraniční oblast.

Úseky silnic jsou v databázi OSM vedeny pod klíčem highway, načež byly na základě doporučení vedoucího práce vybrány pouze úseky s těmito hodnotami: motorway, trunk, primary, secondary, tertiary, unclassified, living_street a residential. Tento výběr pokrývá hlavní i místní komunikace relevantní pro hodnocení dostupnosti zdravotnických služeb.

Vzhledem k tomu, že výpočty dostupnosti jsou založeny na časové vzdálenosti, bylo nutné každému silničnímu úseku přiřadit odpovídající rychlost jízdy. Pro tento účel byla využita tabulka poskytnutá vedoucím práce, která jednotlivým kategoriím silnic přiřazuje

nejčastější hodnotu cestovní rychlosti (viz Tabulka 1). Na základě těchto hodnot byla pro každý úsek vypočtena doba průjezdu podle vztahu: $((\text{délka úseku} / 1000) / \text{rychlost}) \times 60$.

Silniční sítě jednotlivých přeshraničních oblastí byly sloučeny do jedné liniové vrstvy s využitím nástroje Merge. V důsledku překryvu některých přeshraničních oblastí se však v této vrstvě vyskytovaly duplicitní úseky silnic. Tyto duplicity byly odstraněny pomocí nástroje Delete Identical v software ArcGIS Pro, čímž vznikla výsledná jednotná silniční síť využitá pro tvorbu network datasetu sloužící pro hlavní část analýz. Data silniční sítě jsou aktuální k 15. 12. 2025.

Tabulka 1 Nastavení rychlostí v liniové vrstvě silnic

OSM road class	Rychlostní omezení [km/h] (rozsah hodnot; nejčastější hodnota)
unclassified	5 – 100; 50
residential	5 – 100; 50
living_street	5 – 90; 20
tertiary	5 – 100; 65
secondary	5 – 100; 75
primary	30 – 100; 90
trunk	30 – 130; 90
motorway	50 – 130; 130

Socio-ekonomická a demografická data

Dalším významným zdrojem dat byl dataset GISCO Census Population Grid, verze 2021, aktuální k 22. 1. 2025. Datová sada je distribuována jako archiv ZIP a obsahuje populační data jak v rastrovém datovém modelu, tak v podobě pravidelné mřížky čtvercových polygonů o velikosti 1 × 1 km. Tato datová sada pokrývá území Evropské unie včetně území tří států nepatřících do EU – Švýcarska, Norska a Lichtenštejnska.

Datová sada byla využita ve více fázích diplomové práce, především však jako zdrojová vrstva populačních dat pro výpočty metod z rodiny Floating Catchment Area. Pro účely práce s touto vrstvou v GIS byla zvolena vektorová polygonová vrstva ve formátu GeoPackage.

Pro doplnění socio-ekonomického kontextu v příhraničních oblastech Česka byly dále použity vybrané atributy obsažené v této datové sadě, konkrétně:

- T – celkový počet obyvatel v buňce 1 x 1 km,
- Y_LT15 – počet obyvatel mladších 15 let v buňce 1 x 1 km,
- Y_1564 – počet obyvatel ve věku 15 až 64 let v buňce 1 x 1 km,
- Y_GE65 – počet obyvatel ve věku 65 a více let v buňce 1 x 1 km,
- EMP – počet zaměstnaných obyvatel v buňce 1 x 1 km,
- NAT – počet obyvatel v buňce 1 x 1 km, kteří se narodili ve stejném státu
- CHG_IN – počet přistěhovalých obyvatel v buňce 1 x 1 km v rámci stejného státu,
- CHG_OUT – počet přistěhovalých obyvatel v buňce 1 x 1 km z jiného státu,

Tyto atributy sloužily také k výpočtu odvozených indikátorů a společně tak umožnily doplnit prostorové rozmístění dostupnosti zdravotnických služeb o širší demografický a socio-ekonomický rámec.

Ostatní data

Při řešení práce byla využita i data z již existujících projektů zabývajících se tématem přeshraniční spolupráce, konkrétně data z projektu ESPON CROSSGOV poskytnutá vedoucím práce, která však nesloužila jako vstup do analýz prováděných v této práci, ale k porovnání dosažených výsledků s jiným dílem, které se tematicky prolíná s touto prací.

K doplnění kontextu a komentování vyhodnocené situace byla využita škála veřejně dostupných dokumentů pro kvalitativní hodnocení, za zmínku stojí např. Border orientation papers, kompendia iniciativy b-solutions či výstupy minulých i probíhajících projektů v rámci programu Interreg.

3.2 Použitý software

Pro získání potřebných dat byl využit open-source software QGIS ve verzi 3.40, společně se zásuvným modulem QuickOSM určeným pro stahování dat z databáze OSM.

Software ArcGIS Pro (verze 3.6.0) byl použit zejména pro předzpracování dat, seskupení dat do logické pracovní struktury, aplikaci statistických a shlukových nástrojů a tvorbu kartografických výstupů.

Výpočet dostupnosti zdravotnických služeb metodou Floating Catchment Area (FCA) byl implementován prostřednictvím skriptu v jazyce Python, který využívá knihovnu arcpy. Skript byl spouštěn ve vývojovém prostředí Visual Studio Code. V jazyce Python byla dále vytvořena řada podpůrných skriptů sloužících k automatizaci práce s daty, čímž bylo minimalizováno manuální zpracování jednotlivých kroků v prostředí ArcGIS Pro. Skript pro výpočet dostupnosti pomocí různých variant metod FCA je veřejně dostupný na platformě GitHub (<https://github.com/tomaskroner/fca>), nebo jako Příloha 4.

Pro tvorbu tabulárních výstupů byl využit software Microsoft Excel. Vizualizace výsledků v online prostředí byla realizována prostřednictvím platformy ArcGIS Online s využitím nástrojů ArcGIS Experience Builder, ArcGIS Instant Apps a ArcGIS StoryMaps.

3.3 Použité metody analýzy

Three-step Floating Catchment Area (3SFCA)

Kapitola 2.3 Modifikace výpočtu Floating Catchment Area předkládá výčet a charakteristiku pěti metod z rodiny Floating Catchment Area, které byly zváženy pro účely této práce. Cílem této práce není však aplikovat na data všech pět diskutovaných metod, nýbrž vybrat jednu takovou, která je nejvhodnější k dosažení cílů této práce. I přesto je pro úplnost v Příloze 15 vizualizace porovnávající výsledky všech uvažovaných metod na stejném zájmovém území a při využití shodných vstupních dat.

Konkrétní vybranou metodou pro hodnocení dostupnosti zdravotnických služeb je metoda 3SFCA autorů Wan a kol. (2012), vytvořená za účelem efektivního plánování zdrojů v oblasti zdravotnictví. Tato metoda oproti základní metodě 2SFCA i její rozšířené variantě E2SFCA lépe zohledňuje chování pacientů při vyhledávání zdravotní péče. Metoda 2SFCA pracuje s konstantní atraktivitou zdravotnického zařízení v celé spádové oblasti. Metoda E2SFCA již zavádí distance decay funkci, avšak stále nezohledňuje konkurenci mezi poskytovateli. 3SFCA využívá výběrové váhy, pomocí nichž rozděluje poptávku mezi více dostupných zařízení, a minimalizuje tak problém jejího nadhodnocení.

Metoda 3SFCA byla zvolena i s ohledem na praktickou stránku implementace. Oproti metodě M2SFCA představuje 3SFCA implementačně jednodušší a výpočetně méně náročné řešení, které je pro rozsah a charakter této práce vhodnější.

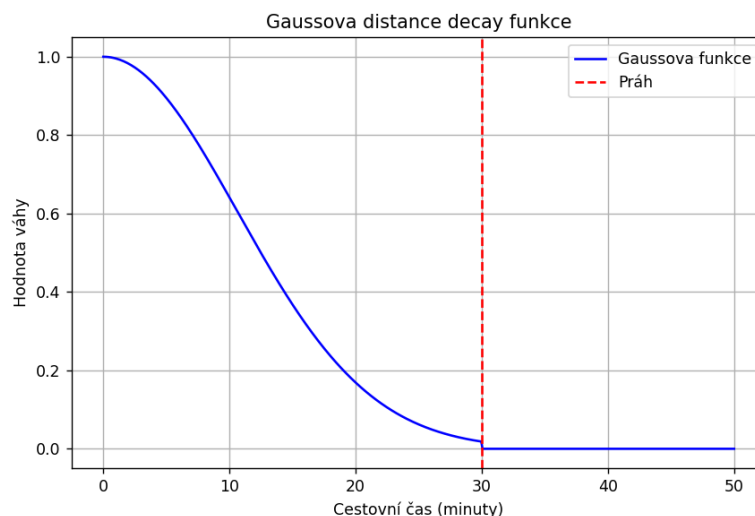
Zároveň byla metoda 3SFCA upřednostněna před metodou E3SFCA – obě metody vycházejí ze stejného principu, avšak liší se v tom, že E3SFCA namísto výběrové váhy využívá Huffovu pravděpodobnost, která přímo zahrnuje kapacitu poskytovatele. Vzhledem k tomu, že v dostupných datech nebyly kapacity zdravotnických zařízení k dispozici, byl by přínos metody E3SFCA pro tuto práci nulový a její výsledky identické s metodou 3SFCA.

Nutné je definovat také vlastnosti a parametry samotné metody 3SFCA. Pro výpočet vah distance decay funkce a výběrových vah, které metoda 3SFCA využívá ve výpočtu, byla použita Gaussova funkce. Váhy pro rostoucí vzdálenosti odvozuji z Gaussovy funkce i Luo a Qi (2009), Wan a kol. (2012) či Xing a Ng (2022), jedná se tedy o zavedený a běžný přístup. V této práci byla implementována funkce ve tvaru (upraveno dle Langford a Higgs, 2015):

$$f(t) = e^{-\left(\frac{t}{b}\right)^2}$$

kde $f(t)$ = hodnota váhy pro daný čas t ; t = čas; e = Eulerovo číslo; b = parametr rychlosti poklesu.

Hodnota parametru $b = 15$ byla stanovena empiricky tak, aby průběh funkce odpovídal předpokládanému poklesu váhy se vzdáleností. Dále musela být určena hodnota časového prahu, do kterého probíhá vážení dle popsané Gaussovy funkce, a za níž jsou všechny váhy rovné nule. Zvolen byl práh 30 minut, který je používán např. v pracích Luo a Qi (2009) či Kröner (2024) pro hodnocení dostupnosti nemocnic a poliklinik. Finální průběh funkce použité k výpočtu vah je zobrazen na Obr. 5.



Obr. 5 Průběh implementované Gaussovy funkce

Multivariate clustering

V dílčí části práce zaměřené na české příhraniční regiony byla využita metoda multivariate clustering. Konkrétně byla použita implementace v ArcGIS Pro, jejíž úkolem je „hledat takové řešení, při kterém budou všechny prvky v rámci každého shluku co nejvíce podobné a zároveň všechny shluky mezi sebou co nejvíce odlišné“ (Esri, 2026). Účelem je identifikace odlišných typů území na základě kombinace dostupnosti zdravotnických služeb a vybraných socio-ekonomických a demografických charakteristik.

Sada vstupních proměnných byla podrobena redukci s cílem omezit vzájemnou redundanci a snížit vliv multikolinearity. Pro tyto účely byla provedena korelační analýza

atributů, jejímž výstupem je korelační matice, na základě které byly odstraněny proměnné vykazující vysokou vzájemnou korelaci. Redukovaná sada proměnných byla v další fázi podrobena expertnímu výběru, při kterém byla zvažena i relevance těchto indikátorů vzhledem k řešené problematice. Finální datová sada obsahuje šest socio-ekonomických a demografických proměnných společně s celkovou dostupností zdravotnických služeb.

Pro vlastní shlukování byla v nástroji Multivariate Clustering využita metoda K-means s inicializací pomocí přístupu „optimized seed locations“. Optimální počet shluků byl stanoven na sedm na základě vyhodnocení pseudo-F statistics.

Další metody

Vedle stěžejních geoinformatických metod byly v práci využity také obecné vědecké metody, zejména analýza, syntéza, komparace a interpretace výsledků. Komparace byla uplatněna především při porovnávání výsledků mezi jednotlivými typy přeshraničních oblastí a při hodnocení rozdílů v dostupnosti zdravotnických služeb. Syntéza byla využita při spojování dílčích analytických zjištění do klasifikace přeshraničních oblastí a tvorby skóre celkové dostupnosti zdravotnických služeb. Výsledky byly následně interpretovány nejen z hlediska prostorových rozdílů, ale také ve vztahu k evropským a regionálním politikám. K vizualizaci výsledků byly použity korektní metody tematické kartografie dle Voženílek a Kaňok (2011).

Při tvorbě této diplomové práce byl využit nástroj umělé inteligence ChatGPT, model GPT 5.4, a to pro stylistické a jazykové úpravy textu, vysvětlení složitějších odborných konceptů, optimalizaci a opravě chyb programového kódu. Veškeré odborné závěry, interpretace, výběr zdrojů, volba metod i finální podoba textu jsou zodpovědností autora práce.

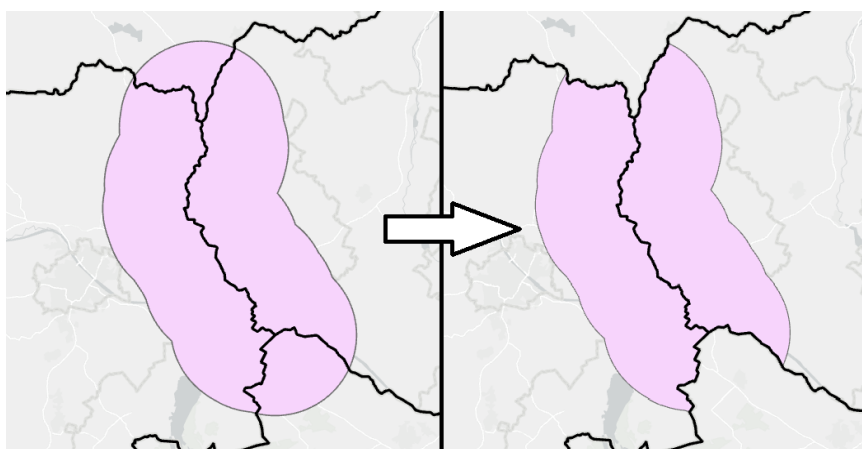
4 DOSTUPNOST ZDRAVOTNICKÝCH SLUŽEB

Tato kapitola popisuje postup vlastního řešení první části diplomové práce. Cílem této části je zhodnotit dostupnost vybraných zdravotnických služeb v přeshraničních oblastech Evropské unie s akcentem na možné přeshraniční toky za těmito službami a na potenciál přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví v těchto oblastech. Chronologicky jsou zde popsány všechny kroky a důležitá rozhodnutí, které vedly k dosaženým výsledkům diplomové práce.

4.1 Přeshraniční oblasti Evropské unie

Pro účely této práce bylo nejprve nezbytné vytvořit vlastní vrstvu přeshraničních oblastí Evropské unie, protože takto vymezená vrstva není běžně dostupná ke stažení jako hotový datový podklad. Přeshraniční oblasti byly vytvořeny podél každé relevantní státní hranice pomocí nástroje Buffer v prostředí ArcGIS Pro. Výběr státních hranic, kolem nichž byly buffery vytvářeny, je podrobně popsán v kapitole 3.1 Použitá data.

Nejprve byly vytvořeny oblasti o šířce 25 km, které v této práci představují základní zájmové území. Současně bylo nutné vytvořit také oblasti o šířce 50 km, protože samotný výpočet metodou FCA musel probíhat v širším pásmu z důvodu minimalizace vlivu edge effectu, tedy zkreslení hodnot na okrajích analyzovaného území. Jak 25km, tak 50km buffery byly následně ještě ořezány tak, aby každá přeshraniční oblast zasahovala výhradně do území dvou příslušných států. K tomu byl využit nástroj Clip pro odstranění přesahů do dalších okolních států. Tento krok společně s příkladem finálního vzhledu vzniklých oblastí ilustruje Obr. 6.



Obr. 6 Ořez zájmových oblastí

Všechny vytvořené oblasti byly uloženy do geodatabáze. Vzhledem k následné vizualizaci a tvorbě výstupů v pan-evropském měřítku byly jednotlivé oblasti také spojeny do jedné vrstvy pomocí nástroje Merge. Poté byl použit nástroj Dissolve, kterým došlo k rozpuštění vnitřních hranic mezi všemi oblastmi a ke vzniku jednoho souvislého polygonu všech přeshraničních oblastí.

4.2 Získání a příprava vstupních dat

Jakmile byly připraveny polygony zájmových oblastí, bylo možné přistoupit ke stažení a přípravě dat, která budou sloužit k výpočtu dostupnosti. Nejprve byla řešena data o rozmístění populace. Vzhledem k tomu, že přeshraniční oblasti byly v této práci vymezeny geometricky jako buffery podél státních hranic, nebylo možné vycházet z centroidů

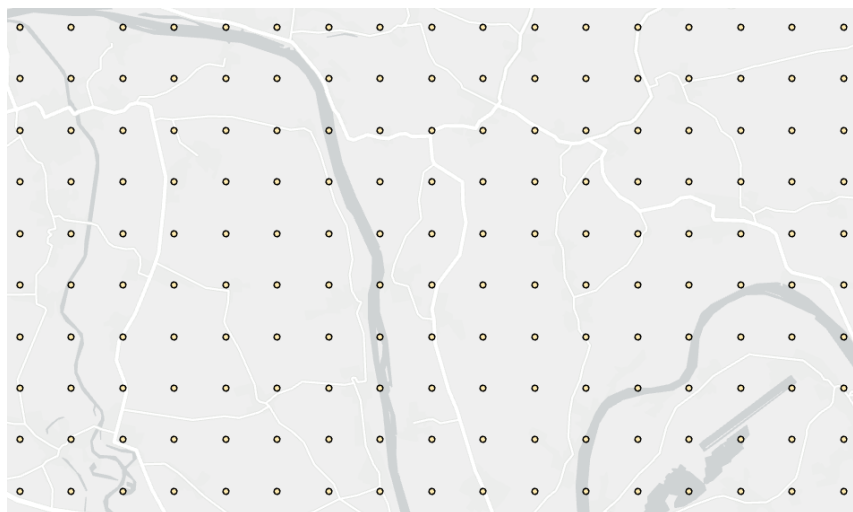
administrativních jednotek, jak tomu bylo například v bakalářské práci Kröner (2024), kde jako lokalizace populace sloužily centroidy obcí Česka.

Z tohoto důvodu byl jako podklad zvolen GISCO Population Grid, který v pravidelné mřížce o velikosti 1×1 km obsahuje počet obyvatel v jednotlivých buňkách. Každá buňka této mřížky tak reprezentovala jednu populační lokalitu. Tento přístup je zároveň vhodnější než využití centroidů administrativních jednotek, protože odpadá problém známý jako „modifiable areal unit problem“, který vychází z podstaty nestejné velikosti administrativních jednotek.

Stažen byl Population Grid ve formátu TIFF, ale jelikož výpočet metodou FCA vyžaduje jako vstup bodovou vrstvu populačních lokalit, bylo nejprve nutné převést rastrovou populační mřížku do bodové podoby. K tomu byl v prostředí ArcGIS Pro využit nástroj Raster to Point. Výstupem byla bodová vrstva, kde každý bod odpovídal centroidu jedné buňky mřížky. Každý z těchto bodů současně nese atribut „grid_value“, odpovídající počtu obyvatel v původní buňce rastru. Tím vznikla pravidelná bodová síť pokrývající celé území Evropy.

Pro další analýzu bylo dostačující pracovat pouze s body nacházejícími se uvnitř přeshraničních oblastí, a tak byly pomocí nástroje Select by Location vybrány pouze ty body, které měly prostorový vztah Intersect s vrstvou všech 50km bufferů přeshraničních oblastí Evropské unie. Tím došlo ke snížení objemu dat i ke zrychlení následného výpočtu.

Pro potřeby skriptu určeného k výpočtu SPAI metodami FCA bylo navíc nutné vytvořit nový atribut „OriginID_Point“, jehož hodnota byla převzata z automaticky generovaného atributu „OBJECTID“. Ukázka dat populačních lokalit je na Obr. 7.



Obr. 7 Náhled na data populačních lokalit

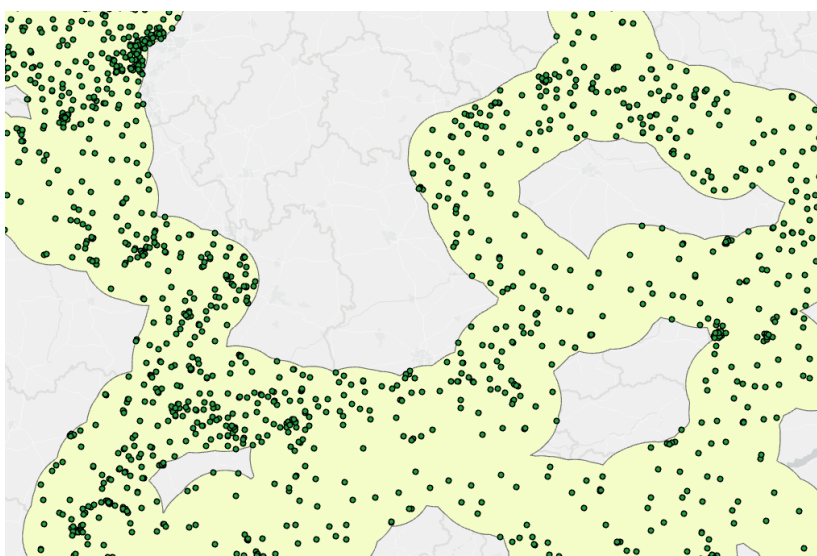
Dalším krokem bylo získání dat o rozmístění poskytovatelů zdravotnických služeb. Jako zdroj byla zvolena databáze OSM, protože na celoevropské úrovni neexistuje vhodnější jednotný datový podklad pro tento typ informací. Některé státy sice poskytují vlastní oficiální databáze zdravotnických zařízení, jejich využití je však v celoevropském měřítku problematické.

Samotné stažení dat bylo provedeno přes plug-in QuickOSM v programu QGIS. Výběr hodnocených kategorií zdravotnických služeb, stejně jako použité klíče a hodnoty databáze OSM, je uveden v kapitole 3.1 Použitá data.

Data o umístění nemocnic, ordinací lékařů a lékáren byla stahována samostatně pro každou přeshraniční oblast, a to vymezením rozsahu příslušnou vrstvou v pluginu QuickOSM. Pro každý přeshraniční region tak vznikly tři samostatné vrstvy zdravotnických zařízení, kdy každá z nich reprezentovala jednu ze sledovaných kategorií služeb.

Protože plugin QuickOSM stahuje data v rozsahu MBR (minimum bounding rectangle) dané oblasti, byly získané vrstvy ořezány pomocí nástroje Clip v rozsahu 50km bufferu přeshraniční oblasti. Bylo potřeba sjednotit i samotnou geometrickou reprezentaci zdravotnických zařízení, protože některé objekty byly v databázi OpenStreetMap vedeny jako body, zatímco jiné jako polygony. V případech, kdy bylo zařízení reprezentováno polygonem, došlo k jeho převodu na bodovou reprezentaci nástrojem Centroidy v prostředí QGIS.

Tato data byla importována do prostředí ArcGIS Pro, kde byly pomocí nástroje Merge vytvořeny tři celoevropské vrstvy zdravotnických zařízení (pro každou kategorii jedna vrstva). Ukázka připravených dat pro kategorii nemocnic je zobrazena na Obr. 8.



Obr. 8 Náhled na data lokalit nemocnic

Následně byly odstraněny všechny nadbytečné atributy převzaté z databáze OpenStreetMap. Zvláštní pozornost byla věnována atributu „Name“, který musel být z vrstvy také odstraněn, protože jeho zachování by narušilo průběh výpočtu dostupnosti. Kromě toho byl do vrstvy poskytovatelů služeb doplněn atribut „capacity“, který vyjadřuje kapacitu daného zdravotnického zařízení. Tento atribut představuje jednu z proměnných vstupujících do výpočtu ukazatele SPAI v metodách z rodiny FCA.

V databázi OSM však nebyly k dispozici údaje o skutečných kapacitách jednotlivých poskytovatelů zdravotnických služeb. Namísto jejich odvozování, odhadování obtížně obhajitelných vah nebo použití nepodložených dat bylo proto přistoupeno k jednoduššímu a metodicky transparentnějšímu řešení, kdy byla hodnota atributu „capacity“ u všech zařízení nastavena na 1. Výsledkem tohoto postupu byly tři finální bodové vrstvy reprezentující tři sledované kategorie zdravotnických služeb v přeshraničních regionech Evropské unie.

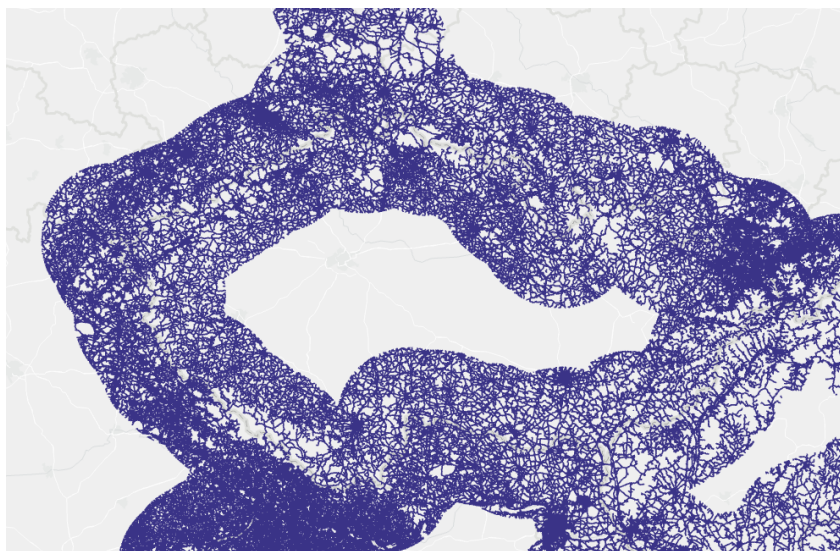
Nezbytné bylo také získat data o silniční síti v přeshraničních oblastech. Stejně jako v případě zdravotnických zařízení byla jako zdroj zvolena databáze OSM. Stažení dat bylo provedeno analogicky k vrstvě poskytovatelů zdravotní péče. Konkrétní nastavení pluginu, včetně všech použitých kombinací klíčů a hodnot, je znázorněno na Obr. 9.

		Key	Value	Add	Delete
1		highway	motorway		
2	Or ▾	highway	motorway_link		
3	Or ▾	highway	trunk		
4	Or ▾	highway	trunk_link		
5	Or ▾	highway	primary		
6	Or ▾	highway	primary_link		
7	Or ▾	highway	secondary		
8	Or ▾	highway	secondary_link		
9	Or ▾	highway	tertiary		
10	Or ▾	highway	tertiary_link		
11	Or ▾	highway	unclassified		
12	Or ▾	highway	residential		
13	Or ▾	highway	living_street		

Obr. 9 Klíče a jejich hodnoty pro stažení silniční sítě

Vzhledem k velkému objemu dat nebylo možné stáhnout silniční síť pro všechny přeshraniční oblasti najednou. Řešením bylo stahovat data pro každou oblast samostatně, vždy v rozsahu 50km bufferu dané přeshraniční oblasti. Stejně jako v případě zdravotnických zařízení byla získaná data v rozsahu celého MBR dané oblasti, proto byla ještě v prostředí QGIS ořezána odpovídajícím 50km bufferem, takže výsledná vrstva již nepřesahovala mimo vymezenou přeshraniční oblast. Ořezané vrstvy silniční sítě byly přeneseny do ArcGIS Pro a poté byly všechny liniové vrstvy sloučeny do jedné pomocí nástroje Merge za účelem tvorby jedné společné silniční sítě pro celé území přeshraničních oblastí Evropské unie.

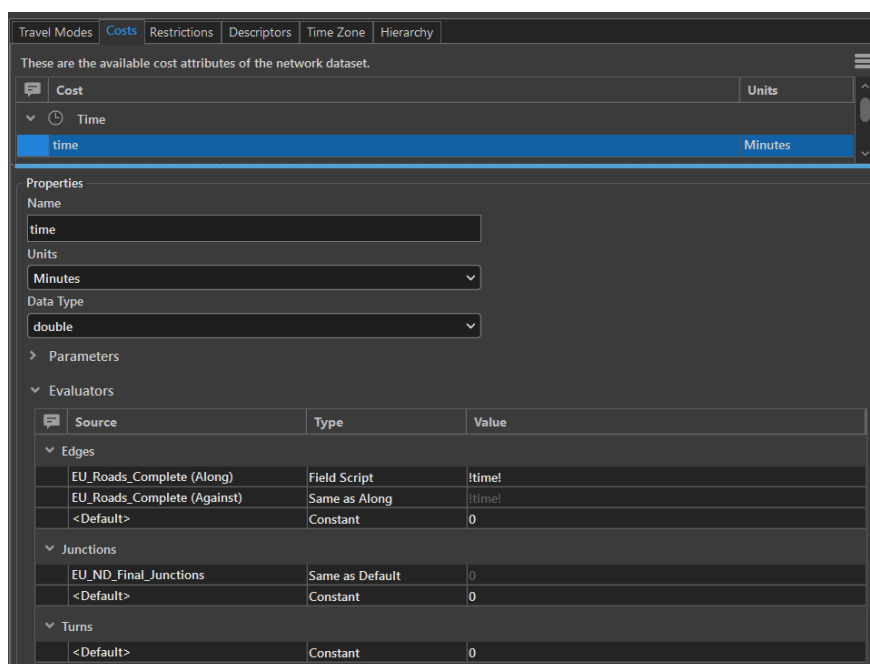
Použití nástroje Merge však způsobilo, že v místech překryvu bufferů jednotlivých přeshraničních regionů se ve vrstvě vyskytly duplicitní linie silniční sítě. Protože tato vrstva měla sloužit jako základ pro výpočet OD Cost Matrix, bylo nutné tyto duplicity odstranit. Proto byl v prostředí ArcGIS Pro využit nástroj Delete Identical za účelem identifikovat a odstranit nadbytečné linie se shodnou geometrií. Výsledkem operace byla finální vrstva silniční sítě pro všechny přeshraniční oblasti Evropské unie bez duplicitních úseků. Obr. 10 zobrazuje ukázkou finální silniční sítě.



Obr. 10 Náhled na silniční síť

Před samotnou tvorbou OD Cost Matrix bylo nejprve nutné vytvořit network dataset v prostředí ArcGIS Pro, který umožňuje provádět síťové analýzy nad již připravenou vrstvou silniční sítě. Poté bylo potřeba správně nastavit jeho vlastnosti tak, aby hledání tras a výpočty probíhaly korektně.

Protože v této práci a tudíž i výpočtu SPAI metodami FCA je jako impedance využívána časová dostupnost, nikoli vzdálenost, bylo nutné doplnit do zdrojové vrstvy silnic nové atributy „speed“ a „time“. Rychlost přiřazená jednotlivým úsekům silniční sítě byla odvozena od kategorie komunikace uložené v atributu „highway“. Přehled použitých rychlostí pro jednotlivé kategorie silnic a způsob výpočtu atributu „time“ jsou uvedeny v kapitole 3.1 Použitá data. Dále bylo v nastavení network datasetu určeno, že právě atribut „time“ bude sloužit jako „cost“. Toto nastavení je znázorněno na Obr. 11.



Obr. 11 Nastavení času jako cost v network datasetu

V rámci network datasetu bylo navíc nutné správně nastavit konektivitu sítě. Při nastavení konektivity na Endpoint nedocházelo ke správnému trasování po síti. Z tohoto důvodu bylo zvoleno nastavení Any Vertex, které zajistilo správnou funkčnost síťových analýz i přesto, že silniční síť převzatá z databáze OpenStreetMap nesplňuje podmínku topologické čistoty. Po nastavení konektivity byla nad network datasetem provedena operace Build.

Poslední fázi přípravy dat pro vstup do skriptu určeného k výpočtu ukazatele SPAI představovala tvorba OD Cost Matrix pro každou ze tří hodnocených kategorií zdravotnických služeb. Tento krok probíhal v prostředí ArcGIS Pro, konkrétně prostřednictvím nástroje Origin-Destination Cost Matrix v záložce Network Analysis. Jako Origins byla do analýzy nahrána bodová vrstva populačních lokalit, tedy pravidelná síť bodů reprezentující rozmístění obyvatelstva. Jako Destinations byly vždy použity bodové vrstvy příslušné kategorie zdravotnických zařízení. Parametr Cutoff byl stanoven na 30 minut v souladu s metodickým nastavením práce. Po spuštění analýzy tak vznikly tři samostatné OD Cost Matrix, vždy jedna pro každou kategorii zdravotnických služeb. Tím byly připraveny všechny vstupy nezbytné pro následný výpočet ukazatele SPAI pomocí metod z rodiny FCA.

4.3 Výpočet dostupnosti metodou 3SFCA

Podstatným okamžikem celé práce je výpočet ukazatele SPAI, který vyjadřuje dostupnost zdravotnických služeb. V bakalářské práci (Kröner, 2024) byl pro tento účel využit předpřipravený nástroj USW-FCA2, ten však umožňuje výpočet pouze metod 2SFCA a E2SFCA. Vzhledem k tomu, že tato diplomová práce využívá metodu 3SFCA, bylo nutné zvolit odlišný postup.

Pro výpočet této metody s využitím GIS dat totiž nebyl k dispozici odpovídající hotový nástroj. Z tohoto důvodu byl vytvořen vlastní skript v jazyce Python, který na základě OD Cost Matrix, rozmístění populace a lokalizace zdravotnických služeb umožňuje výpočet ukazatele SPAI. Skript je pojmenován FCA.py a podporuje výpočet rovnou všech zmíněných metod – 2SFCA, E2SFCA, M2SFCA, 3SFCA a E3SFCA. Skript je veřejně dostupný, a to včetně uživatelského manuálu (<https://github.com/tomaskroner/fca>, Příloha 4 a Příloha 5). Následující část popisuje stručně jeho vstupy, strukturu, parametrizaci, způsob použití a podobu výstupů.

4.3.1 FCA.py

Skript FCA.py je navržen tak, aby bylo možné na jednom místě nastavit všechny klíčové parametry výpočtu i názvy vstupních datových polí. V úvodní části skriptu jsou proto definovány absolutní cesty ke vstupním datům. Skript vychází ze tří základních vstupů, které odpovídají logice metod FCA: 1) OD Cost Matrix; 2) bodová vrstva populačních lokalit; 3) bodová vrstva zdravotnických zařízení.

Následuje definice názvů atributů v jednotlivých vrstvách a základních parametrů výpočtu. Mezi nejdůležitější patří zejména maximální dojezdový čas $d_0 = 30$ minut, který vymezuje maximální velikost spádové oblasti a parametr $\text{decay}_f = 15$, který určuje rychlost poklesu vah se vzdáleností. Skript ve výchozím nastavení počítá s tím, že vstupní tabulka OD Cost Matrix vždy obsahuje pole „OriginID“, „Name“ a „Total_time“, populační vrstva pole „pointid“, „grid_code“ a „OriginID_Point“ a vrstva poskytovatelů pole „OBJECTID“ a „capacity“. Skript však lze přizpůsobit různým datovým sadám bez zásahu do samotné výpočetní logiky.

Vnitřní struktura skriptu je rozdělena do několika navazujících částí. Nejprve probíhá načtení a filtrování vstupních dat, zejména omezení OD vazeb na zvolený časový práh (pokud by nebylo provedeno již při tvorbě OD Cost Matrix). V dalších krocích skript počítá pomocné váhy, které jednotlivé metody využívají. Pro metody pracující s distance decay je implementována Gaussova funkce, u metody 3SFCA jsou dopočteny výběrové váhy G_{ij} a u metody E3SFCA také Huffovy pravděpodobnosti. Poté skript postupně vypočítává hodnoty R_j , případně R_{ij} , a v dalším kroku výsledné hodnoty SPAI pro všechny podporované metody. Celý výpočet probíhá v jednom konzistentním prostředí a nad totožnými vstupními daty.

Důležitou součástí skriptu je také ošetření lokalit, u nichž se v rámci zvoleného časového prahu nenachází žádné dostupné zařízení. U těchto případů skript doplní výslednou hodnotu SPAI = 0, aby byly ve výstupní tabulce zachovány všechny populační lokality. Na závěr jsou výsledky všech metod sloučeny do jedné tabulky a exportovány do souboru CSV. Tento výstup pak slouží jako podklad pro další prostorové analýzy, kartografické zobrazení i porovnání výsledků jednotlivých metod mezi sebou. Ukázka výstupní tabulky se nachází na Obr. 12.

	A	B	C	D	E	F
1	pointid	SPAI_2sfca	SPAI_e2sfca	SPAI_m2sfca	SPAI_3sfca	SPAI_e3sfca
2	2273636	0,0000104953	0,0000148225	0,0000097100	0,0000172343	0,0000172343
3	2273637	0,0000104953	0,0000132226	0,0000086619	0,0000153740	0,0000153740
4	2273638	0,0000104953	0,0000132226	0,0000086619	0,0000153740	0,0000153740
5	2273639	0,0000104953	0,0000134497	0,0000088107	0,0000156381	0,0000156381
6	2273640	0,0000104953	0,0000143389	0,0000093931	0,0000166720	0,0000166720
7	2273641	0,0000104953	0,0000150519	0,0000098602	0,0000175010	0,0000175010
8	2273642	0,0000104953	0,0000154294	0,0000101075	0,0000179400	0,0000179400
9	2273643	0,0000104953	0,0000148067	0,0000096996	0,0000172159	0,0000172159
10	2273644	0,0000104953	0,0000140262	0,0000091883	0,0000163084	0,0000163084
11	2273645	0,0000104953	0,0000134103	0,0000087849	0,0000155923	0,0000155923
12	2273646	0,0000104953	0,0000139975	0,0000091695	0,0000162751	0,0000162751
13	2275613	0,0000000000	0,0000000000	0,0000000000	0,0000000000	0,0000000000
14	2275614	0,0000104953	0,0000152662	0,0000100006	0,0000177502	0,0000177502
15	2275615	0,0000104953	0,0000153211	0,0000100366	0,0000178140	0,0000178140
16	2275616	0,0000104953	0,0000151887	0,0000099498	0,0000176600	0,0000176600
17	2275617	0,0000104953	0,0000151295	0,0000099111	0,0000175912	0,0000175912
18	2275618	0,0000104953	0,0000142038	0,0000093046	0,0000165149	0,0000165149
19	2275619	0,0000104953	0,0000140821	0,0000092249	0,0000163734	0,0000163734
20	2275620	0,0000104953	0,0000143538	0,0000094029	0,0000166893	0,0000166893
21	2275621	0,0000104953	0,0000144585	0,0000094715	0,0000168111	0,0000168111
22	2275622	0,0000104953	0,0000150487	0,0000098581	0,0000174973	0,0000174973
23	2275623	0,0000104953	0,0000161692	0,0000105921	0,0000188001	0,0000188001
24	2275624	0,0000104953	0,0000155773	0,0000102044	0,0000181119	0,0000181119
25	2275625	0,0000104953	0,0000132921	0,0000087074	0,0000154548	0,0000154548

Obr. 12 Výstupní CSV tabulka skriptu FCA.py

4.3.2 Výpočet dostupnosti zdravotnických služeb

Výpočet ukazatele SPAI proběhl celkem třikrát, vždy samostatně pro jednu ze tří hodnocených kategorií zdravotnických služeb, výsledkem byly tudíž tři samostatné soubory CSV. Ve výstupních tabulkách se ukázalo, že vypočtené hodnoty SPAI jsou velmi nízké a pro další zpracování špatně čitelné, protože obsahují velký počet desetinných míst. Z tohoto důvodu byly všechny hodnoty vynásobeny konstantou 100 000, aby byly lépe interpretovatelné a lidsky čitelné. Takto upravené výsledky byly připojeny zpět k prostorové složce s využitím nástroje Join Field v prostředí ArcGIS Pro pomocí společného atributu „pointid“.

Tím vznikly tři bodové vrstvy populačních lokalit, kdy každá obsahovala hodnoty SPAI všech implementovaných metod FCA, vždy pro danou hodnocenou kategorii zdravotnické služby. Pro vizualizaci bylo ale potřeba převést výsledky zpět do pravidelné čtvercové mřížky. K tomu byl využit nástroj Spatial Join, kde jako Target Features vystupovala polygonová vrstva čtverců o velikosti 1 × 1 km odpovídající mřížce použité v GISCO Population Grid, a jako Join Features bodové vrstvy populačních lokalit s vypočtenými hodnotami SPAI. Tím byly hodnoty SPAI přeneseny do polygonové mřížky 1 × 1 km.

Mřížka čtverců s hodnotami SPAI byla dále omezena pouze na skutečné zájmové území práce. Následný Select by Location provedl výběr jen těch čtvercových polygonů, které měly prostorový vztah Intersect s vrstvou 25km bufferu přeshraničních oblastí. Tím vznikly finální vrstvy dostupnosti zdravotnických služeb určené pro další analýzu, interpretaci a vizualizaci.

Dostupnost nemocnic v přeshraničních oblastech Evropské unie

Nyní bude popsán způsob vizualizace a zjištěný prostorový vzor na kategorii nemocnic, identický postup byl však použit i u kategorií ordinací lékařů a lékáren. Jelikož zvolenou metodou dle kapitoly 3.3 Použité metody analýzy je metoda 3SFCA, byl vizualizován vždy pouze atribut odpovídající této metodě.

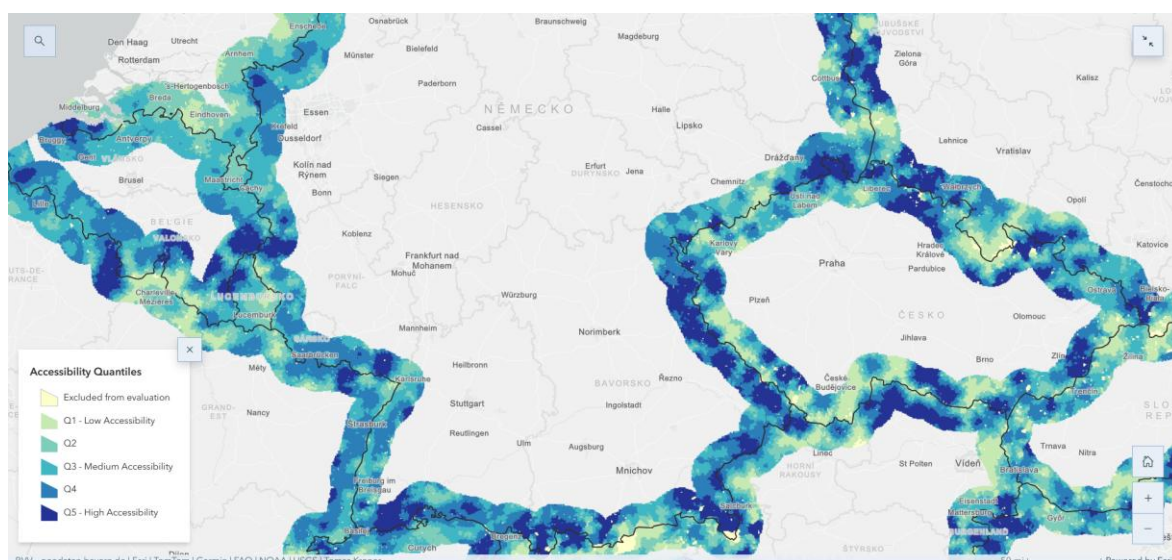
Dostupnost nemocnic vypočtená metodou 3SFCA je znázorněna v šesti třídách. Samostatně je vymezena třída „Excluded from evaluation“, která zahrnuje čtverce

s hodnotou SPAI = 0. Tato hodnota představuje kvalitativně odlišný stav než nenulové hodnoty dostupnosti. K nulové hodnotě mohlo dojít ze dvou hlavních důvodů. Prvním je situace, kdy se v rámci zvoleného časového prahu 30 minut nenachází žádné dostupné zdravotnické zařízení. Druhým je případ, kdy bodová populační lokalita odpovídající danému čtverci navazuje na takový úsek silniční sítě, který není propojen se zbytkem sítě. Zbývajících pět tříd (SPAI > 0) bylo klasifikováno do kvantilů, takže každá třída obsahuje stejný počet pozorování. Tento způsob klasifikace byl zvolen proto, že umožňuje přímé porovnání mezi dostupností jednotlivých hodnocených kategorií zdravotnických služeb, což by při použití samotných primárních hodnot SPAI nebylo možné.

S ohledem na to, že zadání práce stanovuje směřování výsledků a výstupů do online podoby, bylo pro jejich prezentaci využito prostředí ArcGIS Online. Pro lepší přehlednost jsou všechny vytvořené výstupy dostupné z jednoho společného rozcestníku, který autor nazval Cross-border Healthcare Accessibility Portal. Tento webový rozcestník i navazující výstupy, tedy StoryMapy, interaktivní webové mapy a doprovodné komentáře, jsou zpracovány v anglickém jazyce. Důvodem je celoevropské zaměření práce, protože použití češtiny by omezilo jejich srozumitelnost a praktickou využitelnost pro cílovou skupinu této práce, kterou je z podstaty tématu mezinárodní komunita.

Z technického hlediska nebylo vhodné nahrávat do prostředí ArcGIS Online rozsáhlé polygonové vrstvy v celoevropském měřítku, protože by to vedlo k pomalému načítání a horší použitelnosti výsledných aplikací. Namísto toho byly polygonové vrstvy nejprve načteny do programu QGIS, kde byly nastýlovány, a následně z nich byly pomocí nástroje Generate XYZ Tiles (Directory) vytvořeny dlaždice v rozsahu úrovní přiblížení 2 až 12. Nástroj tyto dlaždice uložil do adresářové struktury, která byla poté nahrána do repozitáře autora na platformě GitHub a zpřístupněna prostřednictvím služby GitHub Pages. V prostředí ArcGIS Online už pak stačilo pouze připojit odkaz na zdroj těchto dlaždic. Tento postup výrazně zrychlil načítání mapových výstupů a zlepšil jejich plynulost při zobrazení.

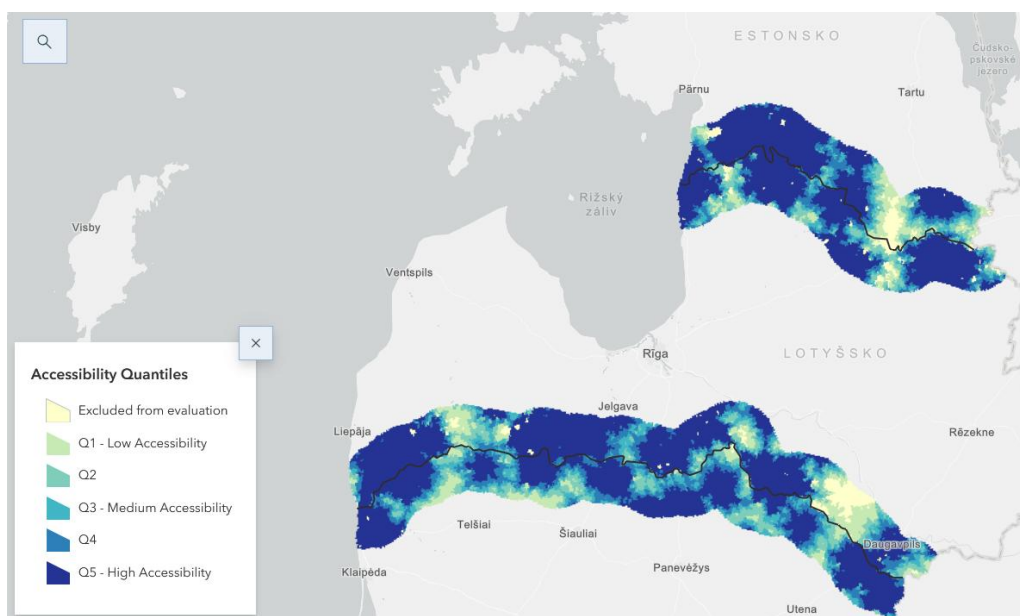
StoryMapa obsahující webovou mapu dostupnosti nemocnic je dostupná pod odkazem [zde](#). Ukázka je také na Obr. 13. V této mapě je možné sledovat prostorový vzor dostupnosti nemocnic v přeshraničních oblastech Evropské unie a současně identifikovat konkrétní oblasti s vysokou a nízkou dostupností. Pro vzor dostupnosti nemocnic je typické, že ve většině přeshraničních regionů nevznikají rozsáhlé souvislé plochy spadající do stejného kvantilu dostupnosti. Tento vzor souvisí s relativně nižším celkovým počtem nemocnic v zájmovém území. Oblasti s vysokou dostupností se proto zpravidla koncentrují do bezprostředního okolí jednotlivých nemocničních zařízení.



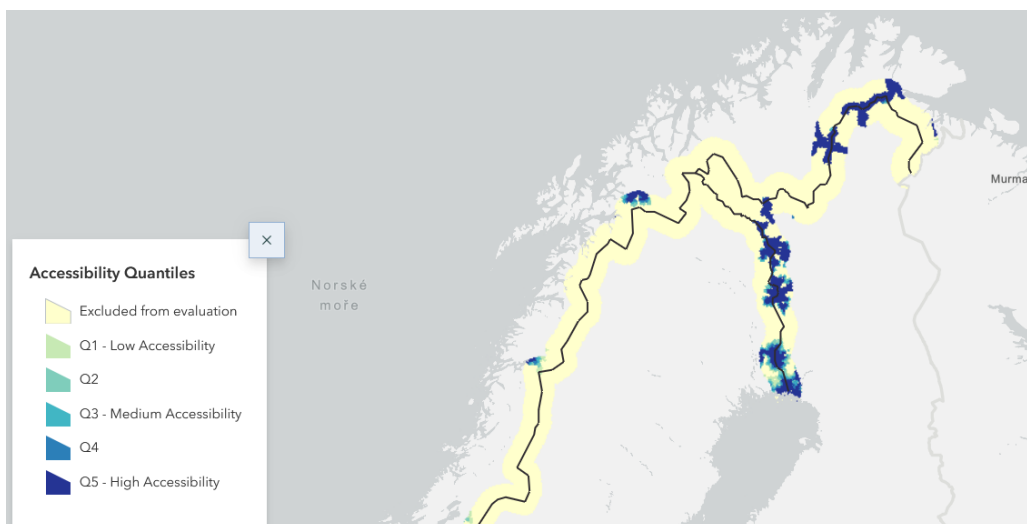
Obr. 13 Ukázka dostupnosti nemocnic v přeshraničních oblastech EU

Za pozornost však stojí některé oblasti, například přeshraniční regiony Litva–Lotyšsko a Estonsko–Lotyšsko zobrazené na Obr. 14 vykazují na základě vizuální inspekce vysokou dostupnost nemocnic ve značné části svého území. Tento jev může být zapříčiněn poměrně hustou sítí nemocnic i přes nízkou hustotu zalidnění v těchto oblastech.

Na opačném konci škály se nachází severní části Skandinávie, které jsou velmi řídké osídlené. Pro tyto oblasti jsou typické rozsáhlé plochy bez dostupnosti nemocnic. V kontrastu s nimi se zde však objevují menší ostrovy vysoké dostupnosti, zpravidla vázané na větší sídla, v nichž se nemocnice skutečně nachází. Právě tato centra pak z hlediska dostupnosti relativně dobře pokrývají potřeby místní populace, jejich vliv je však omezen na území v jejich bezprostředním okolí, jak ukazuje Obr. 15.



Obr. 14 Dostupnost nemocnic v oblastech Litva-Lotyšsko, Estonsko-Lotyšsko



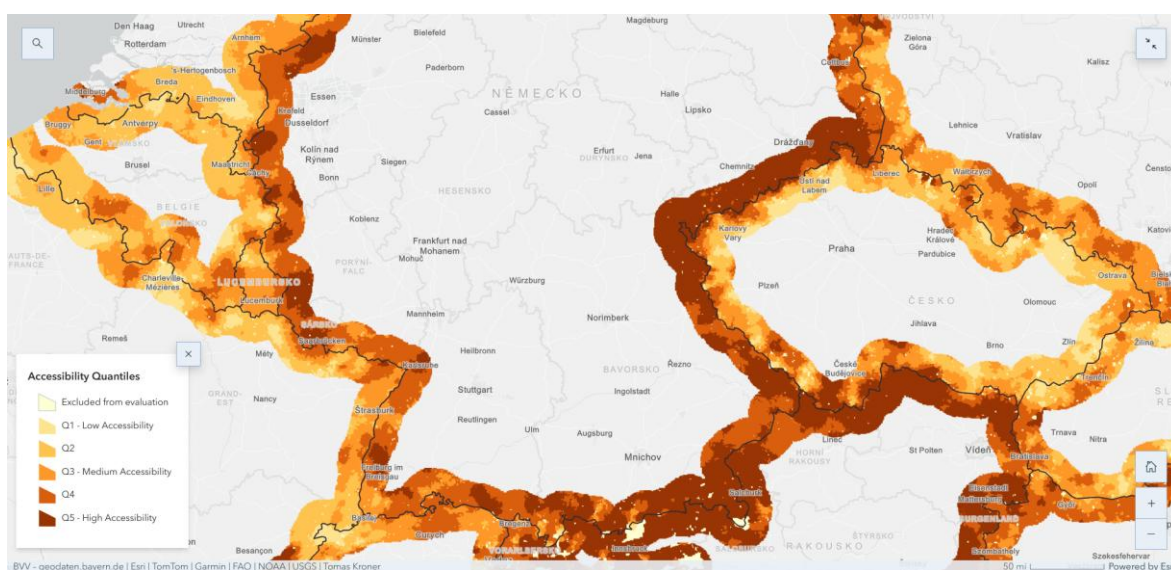
Obr. 15 Dostupnost nemocnic v severních oblastech Skandinávie

Dostupnost ordinací lékařů v přeshraničních oblastech Evropské unie

Hodnocena byla dále dostupnost ordinací lékařů. Pod tímto označením jsou chápány jak ordinace praktických lékařů, tak ordinace lékařů specialistů, jelikož jsou v databázi OSM vedeni pod společnou hodnotou „doctors“. Prostorový vzor dostupnosti ordinací lékařů se poměrně výrazně liší od vzoru dostupnosti nemocnic, zejména z důvodu výskytu rozsáhlejších oblastí spadajících do jednoho kvantilu dostupnosti.

Na Obr. 16 je možné pozorovat rozsáhlé plochy s vysokou dostupností ordinací lékařů např. na německé straně přeshraniční oblasti Česko-Německo, či na většině území přeshraniční oblasti Německo-Rakousko. Vysokou dostupnost dle prostorového vzoru má také zbytek příhraničí v Rakousku či v Německu.

Naopak nízkou dostupnost ordinací lékařů lze identifikovat v přeshraničních oblastech Bulharsko-Rumunsko či Bulharsko-Řecko. Charakter dostupnosti ordinací lékařů je ve skandinávských oblastech stejný jako v případě nemocnic. Dostupnost ordinací praktických lékařů však zůstává značně variabilní v rámci jednotlivých přeshraničních oblastí.



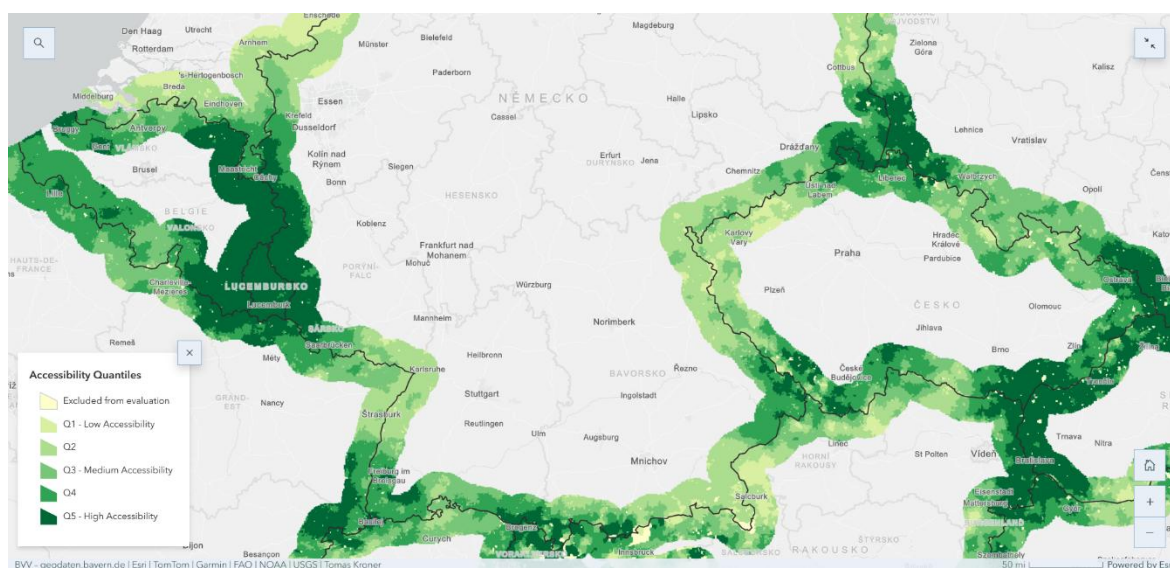
Obr. 16 Ukázka dostupnosti ordinací lékařů v přeshraničních oblastech EU

Dostupnost lékáren v přeshraničních oblastech Evropské unie

Prostorový vzor dostupnosti lékáren je svým charakterem bližší ke vzoru dostupnosti ordinací praktických lékařů, především z důvodu výskytu rozsáhlých území spadajících do stejného kvantilu dostupnosti.

Jako oblasti vysoké dostupnosti lékáren vystupují na Obr. 17 zejména Lucembursko a příhraniční oblasti jeho sousedních států, přeshraniční oblast Belgie-Německo, Rakousko-Slovensko (a s nimi sousedící území jižní Moravy). Dále se vysoká dostupnost lékáren vyskytuje „rozdobeně“ v alpských oblastech.

Nízkou dostupnost lékáren lze znovu pozorovat v přeshraničních oblastech Bulharsko-Rumunsko, Bulharsko-Řecko, ale také v přeshraniční oblasti Německo-Nizozemsko, a to primárně na nizozemské straně. Podobně jako u kategorií předcházejících je velká část území skandinávských států bez dostupnosti lékáren.



Obr. 17 Ukázka dostupnosti lékáren v přeshraničních oblastech EU

Celková dostupnost zdravotnických služeb v přeshraničních oblastech Evropské unie

Dostupnosti zdravotnických služeb byly vypočteny samostatně pro všechny tři kategorie zdravotnických služeb a každá z nich vykazuje odlišný prostorový vzor. Samostatně proto stojí jako tři rozdílné výsledky, které neposkytují ucelený obraz o celkové dostupnosti zdravotnických služeb v rámci zájmového území. Aby kromě individuálního hodnocení bylo možné zhodnotit dostupnost zdravotnických služeb i komplexně, bylo přistoupeno k syntéze výsledků dílčích analýz.

Prvním způsobem bylo vytvoření skóre celkové dostupnosti zdravotnických služeb, které vychází z již vypočtených dostupností jednotlivých kategorií. Tento souhrnný přístup umožňuje lépe identifikovat oblasti s nízkou/střední/vysokou dostupností z pohledu zdravotnických služeb jako celku, nikoliv pouze vzhledem k jedné vybrané kategorii. Zároveň vytváří vhodný základ pro další fázi práce, v níž je hodnocen potenciál přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví.

Odvození celkové dostupnosti zdravotnických služeb z vybraných tří kategorií je logicky obhajitelné, jelikož společně představují nejčastěji vyhledávané zdravotnické služby. Nemocnice totiž slouží především pro specializovanou léčbu, akutní situace, či zákroky, kdy musí pacient v nemocnici zůstat. Kategorie ordinací lékařů komplexně zahrnuje jak praktické lékaře, tak specializované lékaře, a často jsou prvním kontaktem pacienta se

zdravotním systémem. Lékárny pak v systému zdravotní péče plní důležitou roli zejména distribucí léčiv, ale také poskytováním základního poradenství v oblasti jejich užívání.

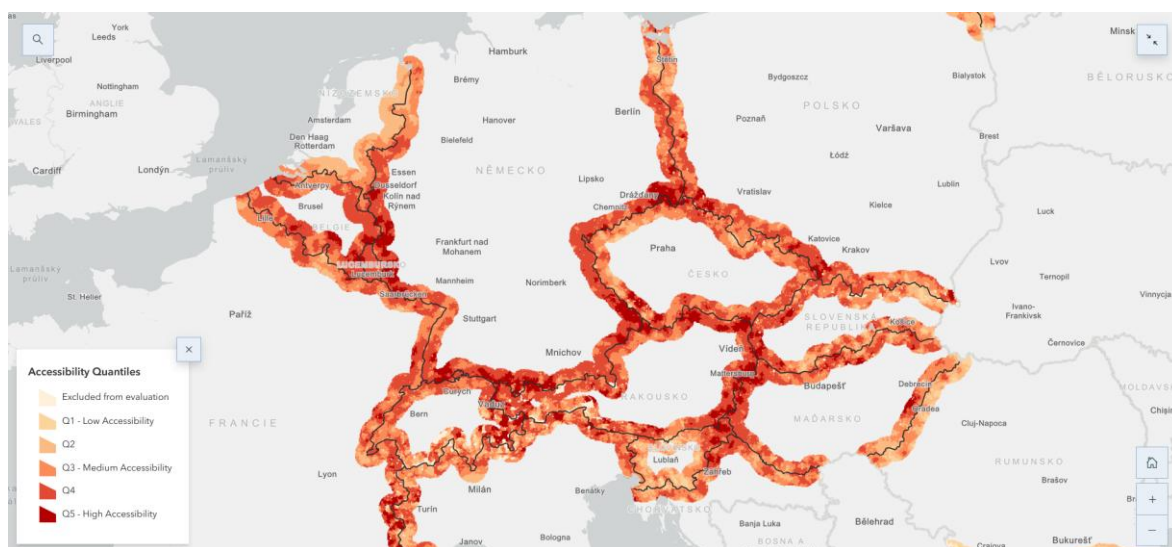
Princip odvození celkové dostupnosti je transparentní: každá kategorie zdravotnických služeb má vypočítané hodnoty SPAI podle 3SFCA. Tyto hodnoty jsou rozděleny do tříd, stejně jako byly rozděleny pro účely vizualizace, tedy populační lokality se SPAI = 0 jsou v samostatné kategorii a zbytek hodnot je rozdělen do kvantilů. Kvantil Q1 reprezentuje nejnížší nenulovou dostupnost, kvantil Q5 reprezentuje nejvyšší dostupnost. Podle toho, v jakém kvantilu se populační lokalita nachází, dostane příslušný počet bodů s využitím principu v Tabulce 2.

Tabulka 2 Počet bodů podle příslušnosti do kvantilu

Kvantil	Počet bodů
Bez dostupnosti	0
Q1 - nízká dostupnost	1
Q2	2
Q3 - střední dostupnost	3
Q4	4
Q5 - vysoká dostupnost	5

Tímto způsobem byl každé populační lokalitě přiřazen počet bodů zvlášť pro každou kategorii zdravotnických služeb. Následně bylo pro každou populační lokalitu vypočteno souhrnné skóre dostupnosti, které vzniklo jako součet bodů získaných ve všech třech kategoriích. Výsledné skóre může nabývat hodnot od 0 do 15. Hodnota 0 označuje oblasti bez dostupnosti jakékoli ze sledovaných zdravotnických služeb v rámci zvoleného časového prahu, případně lokality napojené na takový úsek silniční sítě, který není propojen se zbytkem sítě. Zbytek hodnot byl znovu rozdělen do kvantilových tříd 1–3, 4–6, 7–9, 10–12 a 13–15. Nejvyšší možná hodnota 15 znamená, že daný čtverec spadá u všech tří kategorií zdravotnických služeb do nejvyššího kvantilu dostupnosti.

Na základě tohoto skóre byly vytvořeny navazující výstupy. Prvním z nich je mapa celkové dostupnosti zdravotnických služeb v přeshraničních oblastech Evropské unie, která je publikována online společně s dostupnostmi jednotlivých kategorií zdravotnických služeb. Ukázka tohoto výstupu je uvedena na Obr. 18.



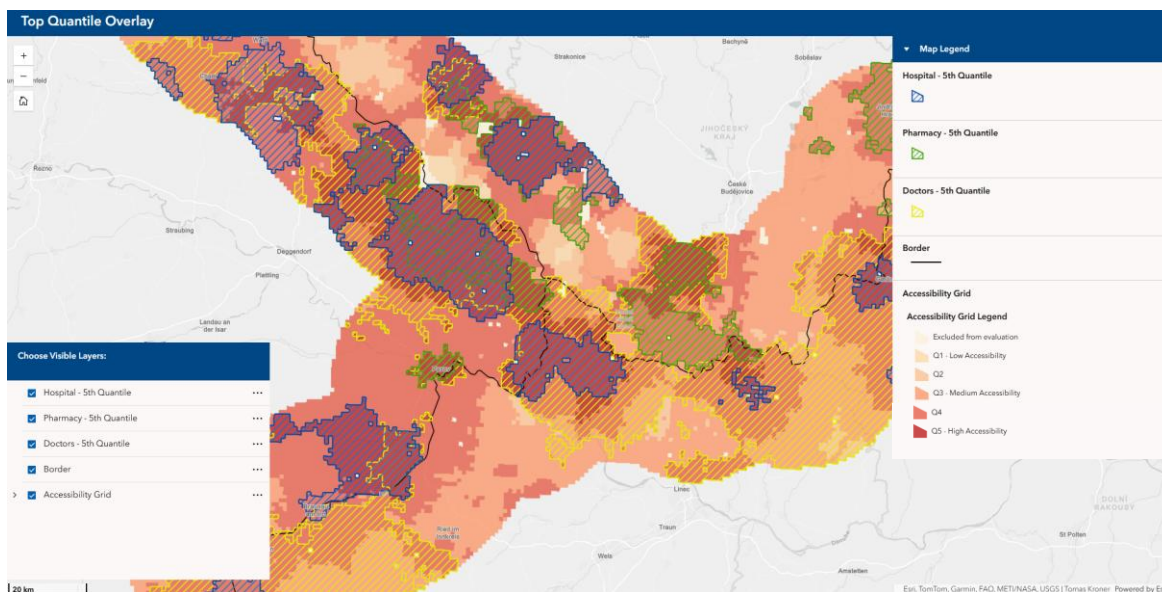
Obr. 18 Ukázka celkové dostupnosti zdravotnických služeb v přeshraničních oblastech EU

Tento výstup umožňuje lépe identifikovat oblasti, které vykazují skutečně nízkou nebo naopak vysokou dostupnost v kontextu všech sledovaných zdravotnických služeb. Zařazení do jednotlivých kvantilů odráží celkovou úroveň zdravotnické obslužnosti území „přesvědčivěji“ než při hodnocení každé kategorie zvlášť. Pokud je například určitá oblast označena jako oblast s vysokou dostupností, znamená to, že dosahuje vysokých hodnot dostupnosti napříč všemi třemi sledovanými kategoriemi zdravotnických služeb, nikoli například pouze v jedné z nich.

Prostorový vzor celkové dostupnosti zdravotnických služeb představuje určitý „kompromis“ mezi vzory dostupnosti všech tří hodnocených kategorií. Na rozdíl od nemocnic nemá tak výrazně ostrovní charakter s ostrými přechody mezi dobře a špatně dostupnými oblastmi, zároveň však nevytváří ani rozsáhlé homogenní plochy jedné úrovně dostupnosti, jak je možné pozorovat například u ordinací lékařů na německé straně oblasti Česko–Německo, případně u lékáren v oblasti Lucemburska a jeho okolí. Celková dostupnost tak do jisté míry představuje zprůměrování dílčích prostorových vzorů, aniž by zcela potlačila jejich nejvýraznější rysy.

Zachován zůstává například vzor vykazující nízkou celkovou dostupnost v regionech jako jsou Bulharsko–Řecko a Bulharsko–Rumunsko i specifický vzor typický pro skandinávské přeshraniční oblasti, kde se střídají rozsáhlá území bez dostupnosti s malými osídlenými plochami vykazujícími naopak vysokou dostupnost. Obecně vysoká celková dostupnost je nadále patrná také v prostoru na pomezí Německa, Belgie a Lucemburska. Výrazný prostorový vzor si uchovávají rovněž alpské přeshraniční oblasti, zejména na hranicích Švýcarsko–Itálie, Rakousko–Švýcarsko a Rakousko–Itálie. Právě zde jsou přechody mezi jednotlivými třídami dostupnosti velmi ostré, což souvisí především s fyzicko-geografickými podmínkami. V praxi zde existují situace, kdy je v údolí zaznamenána velmi vysoká dostupnost, na ni bezprostředně navazuje horská oblast bez dostupnosti a za ní se nachází další údolí s opět vysokou dostupností.

Pro přímé porovnání celkové dostupnosti zdravotnických služeb a území, která spadají do nejvyššího kvantilu dostupnosti u všech tří jednotlivých kategorií, byla v prostředí ArcGIS Experience Builder vytvořena interaktivní mapa s názvem Top Quantile Overlay. Tento výstup umožňuje podrobněji zkoumat vybrané oblasti s vysokou celkovou dostupností a ověřit, jaká kombinace dílčích dostupností za tímto výsledkem stojí. Lze tak zjistit, zda daná oblast dosahuje nejvyššího kvantilu ve všech třech sledovaných kategoriích, nebo zda je celková dostupnost ovlivněna odlišnou pozicí některé z nich. Současně mapa umožňuje interaktivně porovnávat území, která spadají do nejvyššího kvantilu dostupnosti, každé však u jiné zdravotnické služby. Náhled webové mapy se nachází na Obr. 19.



Obr. 19 Náhled webové mapy Top Quantile Overlay

4.3.3 Klasifikace přeshraničních regionů

Syntetizovaná celková dostupnost zdravotnických služeb sice poskytuje souhrnný obraz o zdravotnické obslužnosti přeshraničních oblastí Evropské unie, sama o sobě však neumožňuje snadné a přímé porovnání jednotlivých regionů mezi sebou. Příčinou je značná vnitřní variabilita dostupnosti v rámci jednotlivých přeshraničních oblastí. Prostorový vzor dostupnosti je často složitý a na jeho základě proto nelze jednoznačně určit, které přeshraniční regiony jsou na tom z hlediska dostupnosti zdravotnických služeb celkově lépe, a které hůře.

Z tohoto důvodu bylo přistoupeno k dalšímu způsobu syntézy výsledků, který umožňuje regiony mezi sebou přímo porovnat. Cílem bylo odvodit pro každý přeshraniční region jednu souhrnnou charakteristickou hodnotu, na jejímž základě by bylo možné vytvořit přehlednou klasifikaci.

Každý z 44 přeshraničních regionů se skládá ze čtverců (populačních lokalit) o rozměrech 1×1 km, přičemž každému z nich je přiřazena hodnota SPAI vypočtená metodou 3SFCA. Pro všechny čtverce náležící do jedné přeshraniční oblasti byl proto vypočten medián hodnot SPAI. Tak vznikly pro každou přeshraniční oblast tři hodnoty mediánu SPAI, kde každý medián reprezentuje jinou zdravotnickou službu. Na jejich základě byly regiony seřazeny od nejvyšší po nejnižší hodnotu mediánu a následně rozděleny do tří skupin se stejným počtem pozorování, tedy tercilů. První tercil zahrnuje regiony s nejvyšší dostupností dané zdravotnické služby, zatímco třetí tercil regiony s nejnižší dostupností.

Bylo však potřeba vyřešit otázku, zda medián počítat ze všech čtverců spadajících do dané přeshraniční oblasti, nebo pouze z těch, které jsou osídlené, tedy mají více než 0 obyvatel. Jelikož ani jeden přístup nelze označit jednoznačně za lepší, byly pro zachování úplnosti i možnosti srovnání vypočteny dvě varianty mediánu pro každou kategorii služeb. První varianta vychází ze všech čtverců v rámci regionu, druhá pouze z čtverců osídlených. Oba přístupy vedly k odlišným klasifikacím přeshraničních regionů, které jsou hlouběji popsány v textu a současně zpřístupněny ve formě interaktivních map na odkazu [zde](#).

Klasifikace podle dostupnosti nemocnic

Jako první byla provedena klasifikace přeshraničních regionů pro kategorii nemocnic. Popsaným postupem získala každá přeshraniční oblast dvě hodnoty mediánu. Výsledné zařazení regionů dle obou klasifikací je uvedeno v Tabulce 3 (alternativně také v Příloze 1), zatímco legendu k vysvětlení chování regionů napříč oběma použitými přístupy nabízí Tabulka 4.

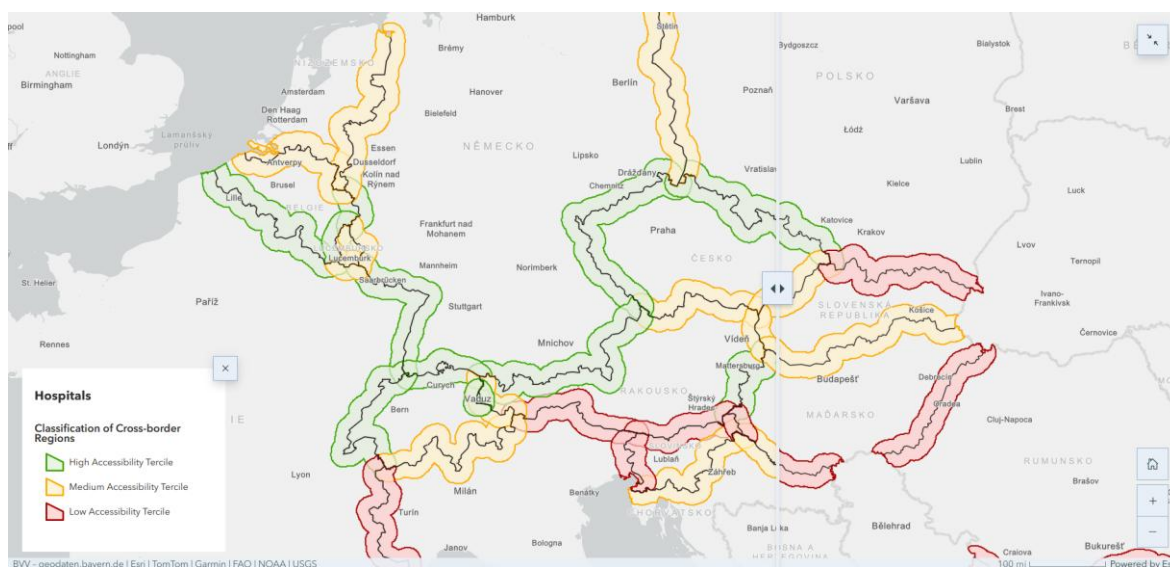
Tabulka 3 Klasifikace přeshraničních oblastí pomocí mediánu hodnot SPAI

Tercil	Medián - všechny čtverce	Medián - osídlené čtverce
1. TERCIL	LVxEE	FIxNO
	LTxLV	LVxEE
	CHxLI	LTxLV
	DExCH	FIxSE
	DExFR	CHxLI
	CZxDE	ATxCH
	FRxCH	ATxLI
	BExLU	ESxFR
	BExDE	CZxDE
	CZxPL	DExCH
	ATxDE	FRxCH
	ATxLI	ATxDE
	BExFR	DExFR
	ATxHU	CZxPL
2. TERCIL	DExPL	DExPL
	ATxCH	BExFR
	CZxSK	BExLU
	DExLU	BExDE
	CZxAT	ATxHU
	BExNL	CZxSK
	HUxSK	DExLU
	DExNL	CHxIT
	ATxSK	FRxIT
	FRxLU	HUxSK
	DExDK	CZxAT
	HRxHU	BExNL
	HUxRO	DExNL
	HRxSI	ATxSK
	CHxIT	FRxLU
3. TERCIL	SKxPL	SKxPL
	ATxSI	HRxSI
	ESxFR	ATxIT
	BGxRO	HUxRO
	FRxIT	DExDK
	ITxSI	ATxSI
	LTxPL	HRxHU
	ATxIT	BGxRO
	HUxSI	BGxEL
	DKxSE	ITxSI
	BGxEL	HUxSI
	ESxPT	LTxPL
	FIxNO	ESxPT
	FIxSE	DKxSE
	NOxSE	NOxSE

Tabulka 4 Legenda ke klasifikaci přeshraničních oblastí

Zůstává ve stejném tercilu	
Pád o jeden tercil dolů	
Pád o dva tercily dolů	
Vzestup o jeden tercil nahoru	
Vzestup o dva tercily nahoru	

Porovnání těchto dvou klasifikací je znázorněno také v interaktivní mapě využívající funkcionalitu swipe, jak je zobrazeno na Obr. 20.



Obr. 20 Porovnání klasifikací v interaktivní mapě s funkcionalitou swipe

Kategorie nemocnic vykazuje ze všech sledovaných služeb největší rozdíly mezi oběma variantami mediánu a názorně ukazuje, jak se zařazení jednotlivých regionů mění v závislosti na množině vstupních buněk populačních lokalit. Nejvýrazněji se tento rozdíl projevuje u přeshraničních oblastí Francie–Španělsko, Finsko–Norsko a Finsko–Švédsko. Při výpočtu ze všech buněk tyto regiony spadají do třetího tercilu, tedy mezi oblasti s nejnižší dostupností nemocnic, při výpočtu pouze z buněk osídlených se řadí do tercilu prvního. V případě regionů Finsko–Švédsko a Finsko–Norsko neosídlené plochy s nulovou dostupností reprezentují více než polovinu území, takže při vstupní množině všech buněk i samotný medián hodnot SPAI vychází jako nulový.

Pokud je však medián počítán pouze z obydlených buněk, přesouvají se tyto regiony do prvního tercilu. V těchto řídko osídlených oblastech totiž bývá populace soustředěna do několika málo lokalit, kde se zároveň nachází i nemocnice, a vzhledem k nízkému počtu obyvatel zde vycházejí vysoké hodnoty SPAI. Použití mediánu proto v těchto specifických regionech není zcela bez problémů, rozdíl mezi oběma přístupy je však metodicky vysvětlitelný a dobře ukazuje citlivost výsledků na charakter osídlení. Ve všech ostatních případech už dochází pouze k posunům mezi sousedními tercily.

Vedle rozdílů mezi oběma přístupy lze v jednotlivých tercilech sledovat i společné charakteristiky přeshraničních oblastí. Přeshraniční oblasti v prvním tercilu se vyznačují nejlepší dostupností nemocnic. V tomto tercilu se nachází především přeshraniční regiony vyspělých států západní Evropy, které jsou vysoce urbanizované, mají hustou silniční síť a množství velkých sídel. I díky tomu jsou zde dobře rozvinuté sítě nemocničních zařízení.

Výjimku zde tvoří pobaltské oblasti Litva-Lotyšsko a Estonsko-Lotyšsko, u nichž je vysoká dostupnost nemocnic způsobena pravděpodobně nízkou hustotou osídlení.

V druhém tercilu se nachází regiony západní a střední Evropy. Tato kategorie je složená jak z oblastí urbánního charakteru (např. Německo-Nizozemsko, Belgie-Nizozemsko), tak venkovského charakteru (např. Chorvatsko-Maďarsko). Současně zahrnuje i některé vysokohorské regiony západní Evropy (např. Itálie-Švýcarsko).

Ve třetím tercilu se nachází přeshraniční regiony, které se vyznačují nejnižší mírou dostupnosti nemocnic. Jedná se především o regiony východní, jižní a jihovýchodní Evropy. V závislosti na použité variantě mediánu zde patří také skandinávské přeshraniční oblasti. Často se jedná o hornaté oblasti, které jsou zároveň řídce osídlené s nízkou hustotou silniční sítě a zároveň menším počtem větších sídel, což může vést i k nižšímu počtu nemocnic v těchto oblastech.

Klasifikace podle dostupnosti ordinací lékařů

Stejným postupem byla provedena také klasifikace dostupnosti ordinací lékařů. Vzhledem k rozsahu výsledné tabulky a jejímu značnému prostorovému nároku nebyla zařazena přímo do textu, ale je dostupná v Příloze 2. Na rozdíl od kategorie nemocnic zde nedochází k přesunům regionů mezi krajními tercily. Ordinance lékařů totiž nejsou vázány pouze na větší sídla a oblasti s vyšší hustotou zalidnění, ale jsou prostorově rozloženy rovnoměrněji. Výsledná klasifikace je proto mezi oběma použitými přístupy stabilnější.

Za pozornost stojí společné znaky regionů zařazených do stejných tercilů dostupnosti. V prvním tercilu je výrazně zastoupeno především Rakousko. Lze si všimnout, že všechny přeshraniční oblasti, v nichž na jedné straně hranice vystupuje Rakousko, spadají právě do nejvyššího tercilu dostupnosti. Méně očekávané je naopak zastoupení některých regionů, které geograficky náleží spíše k jižní nebo jihovýchodní Evropě, např. Slovinsko-Chorvatsko či Francie-Španělsko.

Druhý tercil tvoří velmi pestrá skupina regionů z různých částí Evropy. Objevují se zde jak vyspělé přeshraniční oblasti západní Evropy, například Belgie-Lucembursko nebo Francie-Německo, tak i regiony střední Evropy, jako je Polsko-Slovensko. Především u regionů západní Evropy v tomto tercilu lze předpokládat, že ačkoliv kvalita zdravotní péče může být na vysoké úrovni, jejich kapacita není zcela dostatečná pro populaci, která se zde nachází.

Třetí tercil zahrnuje především méně vyspělé oblasti jižní a východní Evropy (Bulharsko-Řecko, Bulharsko-Maďarsko), pobaltské a skandinávské regiony a také některé alpské oblasti, které se ovšem nacházejí v jinak vyspělých státech západní Evropy. Nízká dostupnost v alpských oblastech Švýcarska je zapříčiněna pravděpodobně charakterem terénu.

Klasifikace podle dostupnosti lékáren

Analogicky byla provedena také klasifikace regionů podle dostupnosti lékáren. Její výsledky jsou uvedeny v Příloze 3. Rozdíly mezi oběma použitými přístupy jsou v tomto případě pouze minimální. Důvodem je především skutečnost, že lékárny představují nejčetněji zastoupenou kategorii ze všech hodnocených zdravotnických zařízení a běžně se vyskytují i v menších sídlech, venkovských oblastech a relativně odlehlých komunitách.

Přeshraniční oblasti s nejvyšší dostupností lékáren se soustřeďují především v západní Evropě, zejména v okolí Lucemburska, dále v příhraničí Rakouska a v několika regionech

střední Evropy – příkladem může být Slovensko, které ve všech svých hodnocených přeshraničních oblastech spadá do tercilu s nejvyšší dostupností lékáren.

Druhý tercil je z hlediska charakteru regionů velmi různorodý, protože zahrnuje jak oblasti urbánní, tak venkovské, a současně regiony nížinné i horské, je tedy náročné najít společné znaky těchto oblastí a charakterizovat je jako jednotnou skupinu.

Třetí tercil tvoří především přeshraniční oblasti východní Evropy, zejména Bulharsko–Rumunsko a Řecko–Bulharsko, dále řídce osídlené části Skandinávie a většina pobaltských regionů. Zajímavé přitom je, že např. pobaltské přeshraniční oblasti vykazují u kategorií nemocnic výrazně odlišné umístění v rámci tercilů.

Klasifikace nebyla prováděna pro skóre celkové dostupnosti zdravotnických služeb, a to proto, že skóre celkové dostupnosti zdravotnických služeb je v této práci samo o sobě chápáno jako syntetický ukazatel vzniklý agregací tří dílčích dostupností. Jeho další klasifikace na úrovni regionů by představovala další stupeň agregace nad již jednou syntetizovaným ukazatelem a vedla by ke ztrátě informace o tom, která kategorie zdravotnických služeb výslednou pozici regionu ovlivňuje.

Klasifikace přeshraničních oblastí na základě mediánu hodnot SPAI představuje užitečný výsledek, protože umožňuje rychlé a přehledné porovnání regionů jako celků. Oproti samotným mapám dostupnosti tak není nutné porovnávat jednotlivé oblasti pouze vizuální inspekci prostorového vzoru, která je sice v celoevropském měřítku cenná, pro přímé srovnání regionů však není vždy dostatečně jednoznačná.

Použití mediánu zároveň přináší i určitá omezení. Jak už bylo zmíněno, klasifikace se liší podle toho, z jakého souboru buněk je medián vypočten, tedy zda vstupují všechny buňky regionu, nebo pouze buňky obydlené. Tento rozdíl je však možné metodicky vysvětlit a kriticky zhodnotit, pokud jsou známy příčiny, které jej vyvolávají. Navíc je ale třeba upozornit, že takto vytvořená klasifikace zachycuje přeshraniční region vždy jako jeden celek. Neukazuje už ale vnitřní prostorovou variabilitu, která může být v řadě případů výrazná a může se podstatně lišit na jedné a druhé straně státní hranice. Právě na tuto vnitřní diferenciaci se proto zaměřuje následující část práce, která sleduje i samotný prostorový vzor dostupnosti a jeho variabilitu uvnitř přeshraničních oblastí.

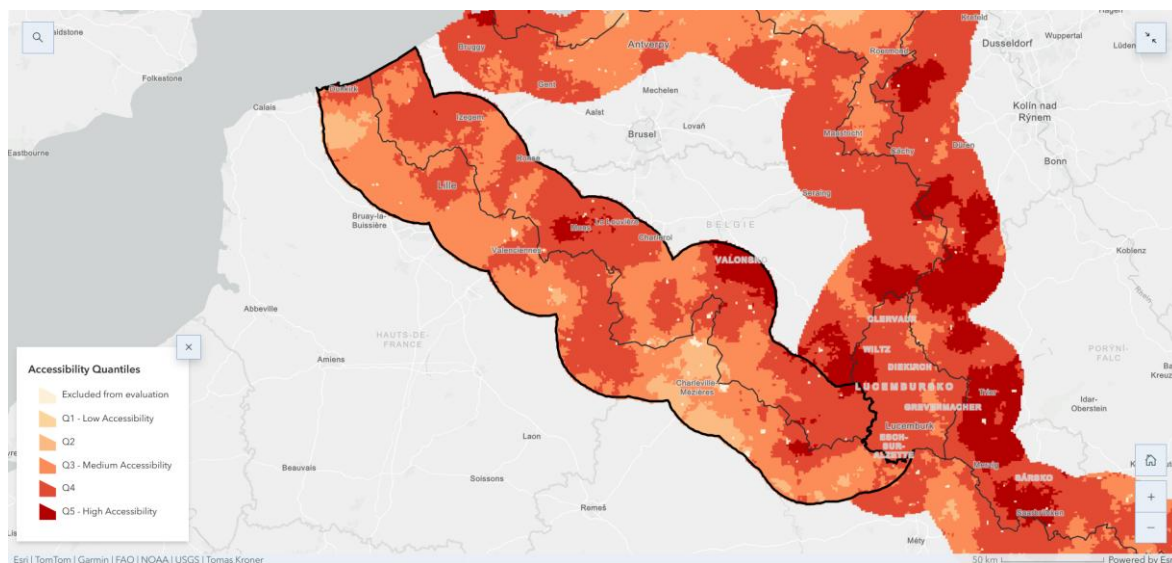
4.3.4 Profily přeshraničních regionů

Jednotné profily přeshraničních regionů představují hlavní výstup diplomové práce. Umožňují podrobněji zkoumat dostupnost zdravotnických služeb v jednotlivých regionech a současně sledovat, jak se do ní promítá státní hranice. Profily jsou zpracovány v online podobě prostřednictvím aplikace StoryMaps na platformě ArcGIS Online. Pro jejich tvorbu bylo zvoleno vyhodnocení založené na syntetickém skóre celkové dostupnosti zdravotnických služeb. Tento přístup usnadňuje interpretaci regionálních rozdílů i identifikaci potenciálu přeshraniční spolupráce.

Kompletní StoryMapa s profily přeshraničních oblastí je dostupná na tomto [odkazu](#) a skládá se z několika hlavních částí. V úvodu nabízí přehled celkové dostupnosti zdravotnických služeb na celoevropské úrovni. Následuje textová část shrnující základní principy čerpání zdravotní péče v jiném státě, které jsou podrobně rozebrány v kapitole 2.4 Systémy zdravotní péče v Evropské unii.

Součástí StoryMapy je dále seznam všech přeshraničních regionů Evropské unie. Po kliknutí na požadovanou oblast je čtenář přesměrován na odpovídající profil dané oblasti. Každý profil obsahuje interaktivní mapu zaměřenou na příslušný přeshraniční region.

Ten je v mapě vyznačen hranicí bufferu, zároveň však zůstává zasazen do širšího geografického kontextu. Ukázka provedení pro přeshraniční oblasti Belgie-Francie je uvedena na Obr. 21.



Obr. 21 Ukázka mapové části profilu přeshraniční oblasti

Další část profilu slouží jako základní charakteristika přeshraniční oblasti; její ukázka je uvedena na Obr. 22. Nejprve jsou uvedeny dvě základní hodnoty vztahující se k oblasti, a to počet obyvatel a hustota zalidnění v dané přeshraniční oblasti. Tyto hodnoty byly vypočteny v prostředí ArcGIS Pro s využitím datové sady GISCO Population Grid. Vybrány byly všechny buňky, které měly prostorový vztah Intersect s 25km bufferem příslušné přeshraniční oblasti, a u takto vybraných buněk byl zjištěn celkový počet obyvatel kalkulací statistiky SUM. Hustota zalidnění byla stanovena jako podíl počtu obyvatel a rozlohy přeshraniční oblasti.

Přestože tvorba profilů přeshraničních regionů a hodnocení potenciálu přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví je v textu diplomové práce komentována v samostatných kapitolách, tyto dva procesy v práci neprobíhaly jako dva oddělené kroky, ale paralelně. Nejprve byla pro jednotlivé přeshraniční regiony vytvořena mapová část profilů, založená na syntetické celkové dostupnosti zdravotnických služeb. Tato mapová část sloužila jako hlavní podklad pro vyhodnocení potenciálu přeshraniční spolupráce. Po jeho určení byly do profilů doplněny vysvětlující texty, které propojují základní geografickou charakteristiku oblasti, vzor dostupnosti zdravotnických služeb, případně identifikovaný potenciál a informace o existujících formách přeshraniční spolupráce.

Profily byly zpravidla vytvářeny pro dvojice sousedících států. Výjimku představují Lucembursko a Lichtenštejnsko. Vzhledem k velmi malé rozloze těchto států totiž celé jejich území podle vymezení použitého v této práci spadá do přeshraničních oblastí a v jejich bezprostředním okolí se současně nachází více sousedních států. Z důvodu lepší přehlednosti proto byly v těchto případech do jednoho profilu zahrnuty přeshraniční vazby více než dvou států.

Total Population: 5 195 611
Population Density: 262,08 pp/km²

The Belgium–France border region is characterised predominantly by lowland landscapes and a dense settlement structure. The area includes several medium-sized cities and urbanised corridors, reflecting a relatively high population density and strong cross-border interactions. Overall, the Belgian part of the area appears to have slightly better healthcare accessibility, as this side includes areas classified in the category with the highest accessibility levels. These are highly developed regions of Western Europe, and therefore, one might expect healthcare accessibility to be generally very high. However, the high population density may, in fact, place additional pressure on healthcare systems and thus reduce accessibility. The border area between the two countries has even been identified as a so-called “medical desert.” As a result, both states have begun to pay increased attention to this region and have intensified cross-border cooperation. In fact, seven areas of organised access to cross-border healthcare (ZOASTs) were created alongside the Franco-Belgian border area between 2008 and 2015. The patients in those health zones were able to receive care on both sides of the border without any administrative or financial barriers.

[Back to the list](#)

Obr. 22 Ukázka textové části profilu přeshraniční oblasti

Dále bylo v jednotném stylu vytvořeno devět vybraných profilů přeshraničních regionů ve formátu PDF. Tyto profily nebyly zpracovány pro všechny regiony, protože kompletní soubor přeshraničních oblastí je zpřístupněn v online podobě prostřednictvím StoryMapy. PDF profily proto slouží především jako ukázka, šablona či návrh toho, jak mohou být přeshraniční regiony v této práci prezentovány i v samostatné dokumentové podobě.

Celkem byly vytvořeny tři profily pro každou hodnocenou kategorii zdravotnických služeb. Pro každou službu byly vybrány tři přeshraniční regiony, vždy jeden jako reprezentativní zástupce každého tercilu dostupnosti, jak byly vymezeny v kapitole 4.3.3 Klasifikace přeshraničních regionů. Výběr tak zahrnuje vždy jeden region s vysokou, jeden se střední a jeden s nízkou dostupností dané zdravotnické služby.

Jednotlivé PDF profily stručně shrnují informace o počtu obyvatel, hustotě zalidnění, počtu zdravotnických zařízení dané kategorie v regionu, mediánu hodnoty SPAI vypočtené metodou 3SFCA a také zmínku o vybraném projektu nebo iniciativě přeshraniční spolupráce. Tyto profily jsou zařazeny v Příloze 6–14.

4.3.5 Potenciál přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví

Vyhodnocení potenciálu přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví představuje hlavní výsledek této diplomové práce, proto je mu věnována i samostatná podkapitola. Předchozí části práce se věnovaly výpočtu dostupnosti vybraných zdravotnických služeb, její syntéze do podoby celkové dostupnosti zdravotnických služeb a klasifikaci přeshraničních regionů podle úrovně dostupnosti. V následující části je pozornost soustředěna na identifikaci potenciálu přeshraniční spolupráce, tedy na posouzení, v jakých typech území může přeshraniční spolupráce přispět ke zlepšení nebo stabilizaci zdravotnické obslužnosti.

Hodnocení potenciálu vychází z předpokladu, že státní hranice nemusí v příhraničních oblastech odpovídat skutečnému fungování území. Nejbližší zdravotnické zařízení se může nacházet za hranicí, případně mohou obě strany hranice čelit podobnému problému s nízkou dostupností zdravotnických služeb. Potenciál přeshraniční spolupráce proto

nemůže být chápán jako samotná vysoká dostupnost zdravotnických služeb, ale jako takový prostorový vzor dostupnosti, který naznačuje možnost účelného přeshraničního řešení.

Potenciál přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví byl v této práci hodnocen expertní analýzou prostorového vzoru celkové dostupnosti zdravotnických služeb v jednotlivých profilech přeshraničních oblastí. Hodnocení se neopírá pouze o souhrnnou charakteristiku regionu jako celku, ale především o vnitřní prostorovou variabilitu dostupnosti v blízkosti státní hranice. Právě zde se totiž nejzřetelněji projevuje, zda hranice představuje bariéru, nebo zda naopak existují podmínky pro přeshraniční doplnění či společné zajištění zdravotnických služeb.

Na základě těchto principů autor navrhuje tři základní typy potenciálu přeshraniční spolupráce, které budou komentovány v této práci:

Prvním je **společný rozvojový potenciál**, který se vyskytuje v oblastech, kde se na obou stranách hranice setkává nízká dostupnost zdravotnických služeb. V takovém případě nelze očekávat, že by jedna strana hranice bezprostředně kompenzovala nedostatek služeb na straně druhé, avšak existuje prostor pro společné řešení, například formou výstavby nového sdíleného zařízení, společného plánování služeb nebo koordinovaného rozvoje zdravotnické infrastruktury. V oblastech se společným rozvojovým potenciálem však v současnosti nelze očekávat mobilitu pacientů za zdravotní péči, jelikož to neumožňuje úroveň zdravotnické dostupnosti ani na jedné straně hranice.

Druhým typem je **koordinační potenciál**, typický pro oblasti, kde je dostupnost zdravotnických služeb vysoká na obou stranách hranice. V těchto regionech není hlavní potřebou budování nových zařízení, jelikož zdravotnická obslužnost je již dostačující, ale spíše lepší institucionální a právní ukotvení spolupráce, které může usnadnit pohyb pacientů, koordinaci poskytovatelů nebo využití stávajících kapacit. Formalizací spolupráce a odstraněním bariér tak mohou vznikat silné zdravotnické oblasti při minimálních nákladech.

Třetím typem je **komplementární potenciál**, který je přítomen tam, kde se na jedné straně hranice vyskytuje nižší dostupnost a na straně druhé dostupnost vyšší. Takový vzor naznačuje možnost, že by část poptávky mohla být obsloužena přeshraničně, protože zdravotnické služby dostupné za hranicí mohou být pro část obyvatel reálně bližší nebo lépe dosažitelné než služby ve státě bydliště. Právě u tohoto typu spolupráce hraje největší roli přeshraniční mobilita pacientů, nikoliv však rovnoměrně mezi oběma zúčastněnými stranami, ale především ze státu, kde se požadovaná zdravotnická služba nenachází, do státu, kde se nachází.

Sekundárním faktorem při hodnocení potenciálu nemusí být pouze vzor dostupnosti, ale také jeho územní souvislost a geografický kontext. Zejména se jedná o intenzitu osídlení, prostorovou návaznost oblastí s odlišnou dostupností a dopravní propustnost území. Jinou váhu má totiž potenciál identifikovaný v hustěji osídlené a dobře propojené příhraniční oblasti a jinou v území s minimálním osídlením nebo se silnými fyzikogeografickými bariérami. Výsledné hodnocení tak nevychází pouze ze vzoru v mapě, ale i z interpretace prostorového vzoru v širších souvislostech daného regionu.

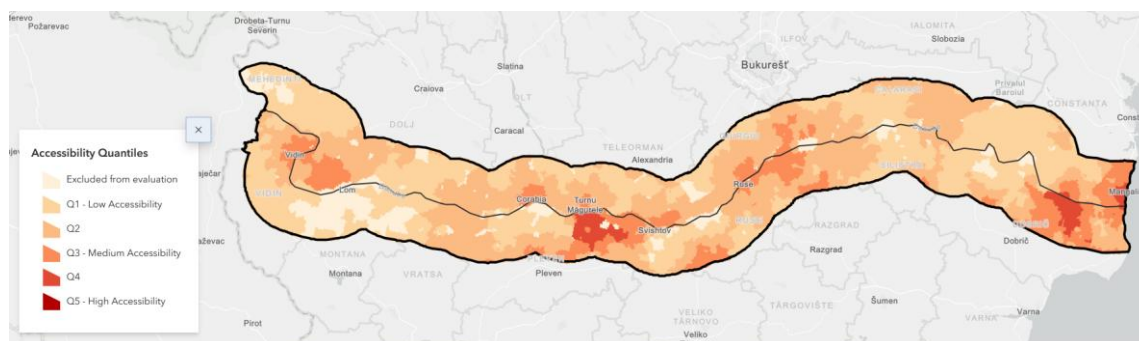
Následující podkapitoly nepředstavují výčet všech oblastí, kde lze identifikovat daný typ potenciálu, ale poskytují reprezentativní příklady, díky kterým je možné vyhledat další oblasti podobného charakteru.

Oblasti se společným rozvojovým potenciálem

Tento typ potenciálu byl sledován v oblastech, v nichž se na obou stranách hranice setkává nízká dostupnost zdravotnických služeb. V těchto případech nelze předpokládat, že by jedna strana hranice sama kompenzovala deficit na straně druhé. Potenciál přeshraniční spolupráce zde proto spočívá především v možnosti společného plánování a rozvoje zdravotnických služeb, případně ve sdíleném zajištění vybraných typů péče.

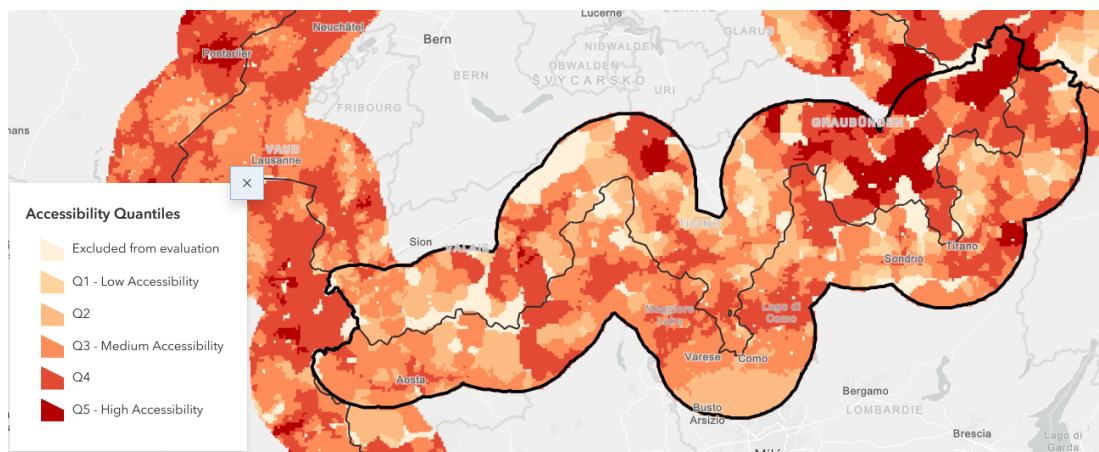
Společný rozvojový potenciál byl identifikován zejména v některých periferních a fyzickogeograficky komplikovaných regionech jihovýchodní, střední i západní Evropy. Výrazně se tento typ projevil v přeshraničních oblastech Bulharsko–Rumunsko a Bulharsko–Řecko, kde se nízká dostupnost zdravotnických služeb objevuje ve značné části území, jak je vidět i na Obr. 23. Tyto oblasti leží v méně rozvinutých a periferních částech Evropy, kde i na úrovni vstupních dat lze pozorovat výrazně řidší rozmístění zdravotnických služeb, menší koncentraci větších sídel a méně vyvinutou silniční síť, což se přímo promítá i do výsledné dostupnosti vypočtené metodou 3SFCA.

Tyto faktory mohou zároveň oslabovat i praktické využití identifikovaného potenciálu. V rámci státních politik totiž tyto oblasti často nepatří mezi hlavní priority z hlediska financování ani širší institucionální pozornosti. Jako rozhodující otázka se proto ukazuje zejména zajištění finančních zdrojů. Právě zde vystupuje do popředí význam projektů podporovaných z prostředků Evropské unie, které často představují jednu z mála reálných možností, jak podpořit rozvoj těchto periferních oblastí.



Obr. 23 Společný rozvojový potenciál v oblasti Bulharsko-Rumunsko

Společný rozvojový potenciál lze identifikovat také v některých horských přeshraničních oblastech, například v regionech Švýcarsko–Itálie, Rakousko–Itálie nebo Rakousko–Slovinsko, kde je dostupnost zdravotnických služeb výrazně ovlivněna členitým reliéfem a omezenou dopravní prostupností území. Na příkladu oblasti Švýcarsko–Itálie (Obr. 24) je patrné, že nízká celková dostupnost zde nevytváří rozsáhlé souvislé plochy jako například v oblasti Bulharsko–Rumunsko, ale projevuje se spíše jako silně proměnlivý prostorový vzor s ostrými přechody mezi jednotlivými kvantily dostupnosti. Specifikem alpských regionů je zároveň to, že oblasti bez dostupnosti či se špatnou dostupností zdravotnických služeb odpovídají často oblastem bez osídlení, čímž se vytrácí smysl rozvoje takového potenciálu v praxi.



Obr. 24 Společný rozvojový potenciál v oblasti Švýcarsko-Itálie

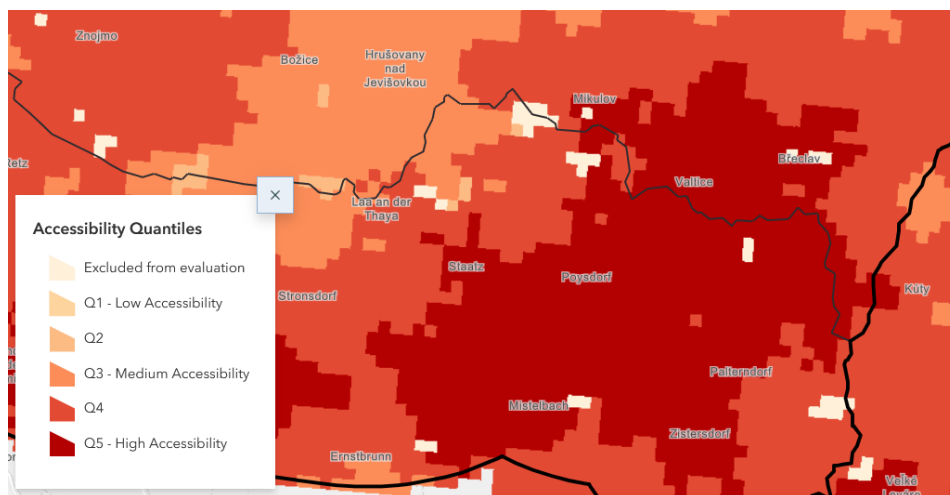
Jako příklady menších, ale zajímavých úseků z hlediska společného rozvojového potenciálu lze uvést také oblast v okolí sídel Deštné v Orlických horách – Mostowice na česko-polské hranici nebo úsek Eisenkappel-Vellach – Solčava na hranici Rakouska a Slovinska. V těchto případech se na obou stranách hranice vyskytují venkovské oblasti s omezenou dostupností služeb, což vytváří prostor pro společně koordinovaná řešení na úrovni regionu. Podobně lze uvažovat i o západní části hranice Chorvatsko–Slovinsko nebo o některých venkovských úsecích regionu Dánsko–Německo, kde mimo větší sídelní centra vykazují obě strany nižší dostupnost a zároveň četný výskyt sídel zejména rurálního charakteru.

V těchto regionech potenciál přeshraniční spolupráce nespočívá v jednoduchém přesunu pacientů za hranici, ale spíše v možnosti společného rozvoje služeb, často i na poměrně malém území, které by však mohly pozitivně přispět k lepší obslužnosti periferní části přeshraničního prostoru.

Oblasti s koordinačním potenciálem

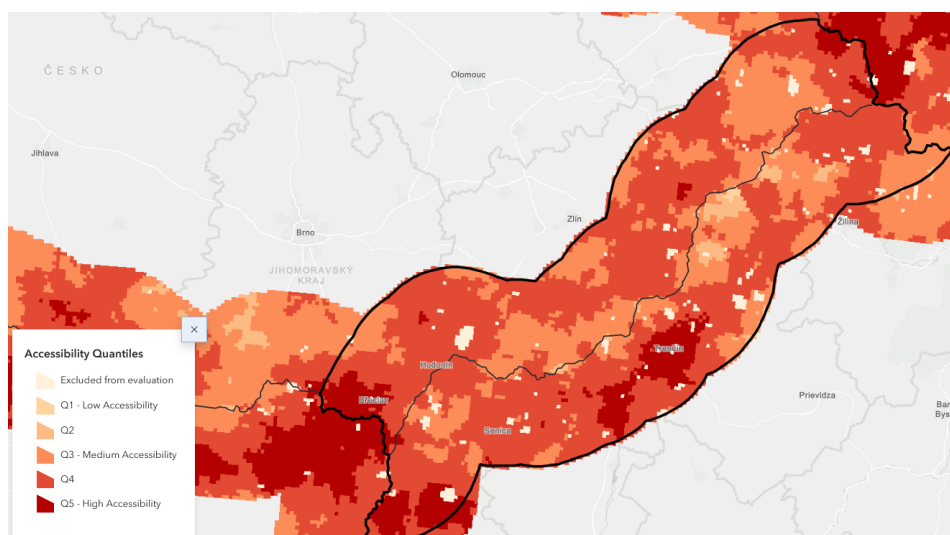
Koordinační potenciál byl identifikován v částech přeshraničních oblastí, kde je dostupnost zdravotnických služeb relativně vysoká na obou stranách hranice. V tomto typu území není hlavní potřebou budování nových zařízení, ale spíše lepší propojení již existujících kapacit, institucionální ukotvení spolupráce a usnadnění přeshraničního pohybu pacientů a zdravotnického personálu. To by mohlo přispět ke vzniku oblastí s velmi dobrou obslužností při minimálních vstupních nákladech. V takových oblastech by státní hranice nepředstavovala bariéru, ale naopak otevřené dveře k široké škále zdravotní péče v domácím i zahraničním prostředí.

Tento typ potenciálu se výrazně projevuje v místech s hustější sídelní strukturou, lepší dopravní propustností a celkově vyšší koncentrací služeb. Patří sem například některé úseky hranice Česko–Rakousko, zejména v prostoru Břeclav – Valtice – Poysdorf – Mistelbach (Obr. 25), dále oblast Německo–Rakousko v oblasti obcí Pfronten – Füssen – Weißenbach am Lech, nebo region Maďarsko–Rakousko v okolí Podersdorf am See – Sopron – Fertőszentmiklós. Podobný charakter vykazuje také příhraniční prostor Rakousko–Slovensko v zázemí Bratislavy, která ovlivňuje pozitivně i teoretickou dostupnost na území Rakouska a některé úseky hranice Belgie–Německo, například v prostoru Burg-Reuland – Prüm.



Obr. 25 Koordinační potenciál v oblasti Česko-Rakousko

V některých dalších regionech, například na hranicích Česko-Polsko, Slovensko-Maďarsko, Německo-Rakousko nebo Česko-Slovensko (Obr. 26), může být koordinační potenciál dále posílen silnými historickými, kulturními a každodenními vazbami.



Obr. 26 Koordinační potenciál v oblasti Česko-Slovensko

Ačkoliv na příkladu přeshraniční oblasti Česka a Slovenska nelze identifikovat koordinační potenciál na základě typického prostorového vzoru, stále zde existuje. V tomto a podobných případech však vychází z jiných okolností, jako jsou společná historie, stejný či podobný úřední jazyk nebo prolínající se kulturní identity národů.

Ve výsledku je však třeba zdůraznit, že vzájemná koordinace a právní ukotvení spolupráce představují závěrečný krok, který bude nutné zajistit ve všech regionech bez ohledu na typ identifikovaného potenciálu, pokud má být výsledkem přeshraniční mobilita pacientů za zdravotnickými službami.

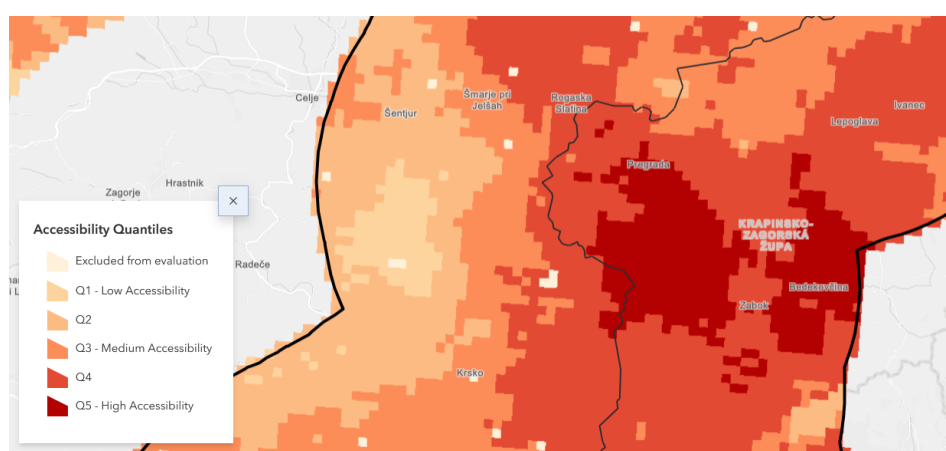
Oblasti s komplementárním potenciálem

Komplementární potenciál byl identifikován v regionech, kde se v blízkosti hranice setkává nižší dostupnost zdravotnických služeb na jedné straně a vyšší dostupnost na straně druhé. Tento typ potenciálu nejzřetelněji odpovídá představě přeshraničního

doplnění zdravotnických služeb, kdy by obyvatelé hůře obsloužené části regionu mohli využívat zařízení za hranicí.

Tento vzor se projevil v mnoha přeshraničních oblastech, například na hranici Česko–Rakousko v úsecích Nová Ves nad Lužnicí – České Velenice – Gmünd, dále v některých částech hranice Česko–Polsko, například v prostoru Kravaře – Třebom – Racibórz, nebo v regionu Estonsko–Lotyšsko v oblasti města Valga/Valka.

Asymetrii dostupnosti zesiluje také rozdílnost sídelní a infrastrukturní vybavenosti obou stran hranice. Sem lze zařadit například některé části hranice Česko–Německo, zejména v prostoru severních Čech a Krušných hor, kde česká strana v některých úsecích vykazuje nižší dostupnost než strana německá. Podobně lze uvažovat také o některých úsecích hranice Maďarsko–Rumunsko nebo Chorvatsko–Slovinsko (Obr. 27), kde se v prostoru Črnomelj – Karlovac – Záhřeb objevuje výraznější rozdíl mezi oběma stranami hranice.

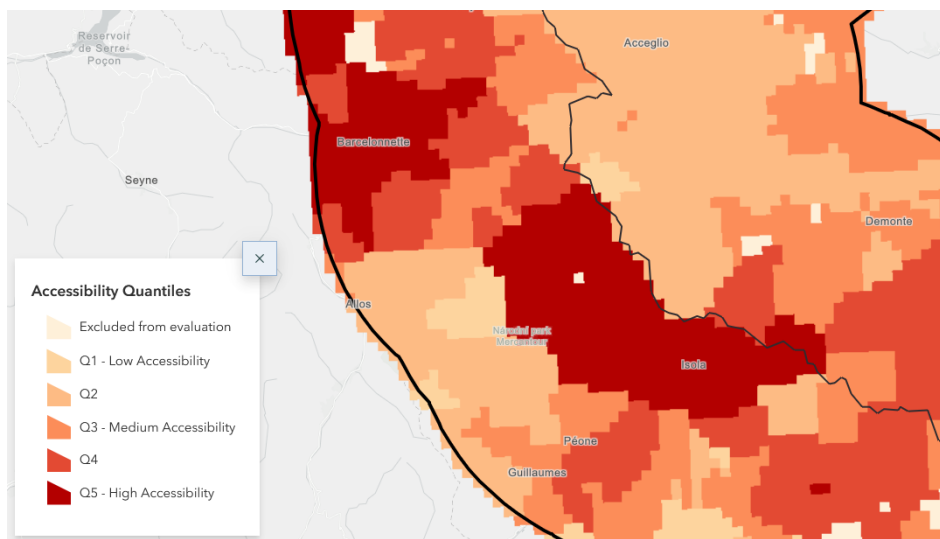


Obr. 27 Komplementární potenciál v oblasti Chorvatsko-Slovinsko

Netradičním příkladem může být přeshraniční oblast Německo–Nizozemsko, kde se nizozemská část vyznačuje podstatně nižší celkovou dostupností zdravotnických služeb, přestože se v obecné rovině jedná o vyspělou zemi s rozvinutou infrastrukturou. Z hlediska celkové dostupnosti zdravotnických služeb však celé nizozemské příhraničí vykazuje spíše nižší až střední dostupnost zdravotnických služeb. Možnou příčinou se podrobněji zabývá kapitola 7 Diskuze.

Komplementární potenciál se neomezuje pouze na hustěji osídlené oblasti. Vyskytuje se i v některých řidce osídlených přeshraničních regionech severní Evropy, kde se malé lokální centrum zdravotnických služeb nachází na jedné straně hranice a v jeho bezprostředním zázemí žije jen malé množství obyvatel druhého státu. Tento typ situace lze ilustrovat například na vybraných skandinávských úsecích hranice, například v okolí města Karasjok v Norsku. Z hlediska celkové velikosti poptávky z druhé strany hranice zde sice nejde o rozsáhlý potenciál, ale prostorový princip přeshraniční komplementarity je dobře patrný.

Specifickou podskupinu tvoří také vysokohorské oblasti, například některé úseky hranice Francie–Itálie (Obr. 28) nebo Rakousko–Itálie v prostoru Val di Vizze – Gries am Brenner. V případě Francie–Itálie prostorový vzor naznačuje komplementární potenciál s ostrou změnou dostupnosti na státní hranici, jeho praktické využití však může být zásadně omezeno fyzickogeografickými bariérami, špatnou dopravní propustností a nízkou hustotou zalidnění. V těchto případech je proto nutné rozlišovat mezi samotnou identifikací potenciálu a jeho reálnou využitelností.



Obr. 28 Komplementární potenciál v oblasti Francie-Itálie

Dostupnost a potenciál v kontextu evropských a regionálních politik

Tato část práce zasazuje zjištěný vzor dostupnosti zdravotnických služeb a identifikovaný potenciál přeshraniční spolupráce do kontextu evropských a regionálních politik. Jejím cílem je poskytnout základní přehled skutečných příkladů, kdy dochází k přeshraniční spolupráci a určit, zda-li může tato spolupráce vycházet z vyhodnoceného potenciálu.

Přeshraniční spolupráce nemůže být chápána pouze jako přeshraniční mobilita pacientů. Spolupráce může zahrnovat i sdílení kapacit, společné poskytování péče, koordinaci záchranných služeb, výměnu odbornosti nebo institucionální zajištění služeb v periferních oblastech. Tato skutečnost je odražena i ve třech typech identifikovaného potenciálu, např. oblasti se společným rozvojovým potenciálem v současnosti nemají potenciál na mezinárodní přesun pacientů za zdravotní péči, ale spíše na společný rozvoj, předávání znalostí, vytvoření společného rámce pro poskytování zdravotní péče. Pokud bude tento potenciál správně a efektivně využit, může v budoucnosti vést i k přesunu pacientů.

V následujících odstavcích je poskytnut přehled nejznámějších projektů přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví na regionální úrovni, které zpřístupňují pacientům zdravotní péči v zahraničí nad rámec EHIC, nařízení (ES) č. 883/2004 a směrnice 2011/24/EU, jejichž princip je rozebrán podrobně v kapitole 2.4.1 Přeshraniční spolupráce na celoevropské úrovni. Mechanismy na celoevropské úrovni nebudou již znovu rozebírány.

V česko-rakouské přeshraniční oblasti představuje často uváděný příklad spolupráce oblast Gmünd – České Velenice, kde byl zároveň identifikován komplementární potenciál. Iniciativa Healthacross zde dlouhodobě propojuje zdravotnické aktéry na obou stranách hranice. Navazující projekt Healthacross for future rozvíjel přeshraniční ambulantní i lůžkovou péči pro české pacienty a připravoval vznik přeshraničního zdravotnického centra, které bylo v Gmündu otevřeno v roce 2021 a aktivně sloužilo i k ošetření českých pacientů. V roce 2025 bylo oznámeno ukončení provozu této nemocnice, což se setkal s nepřízní na obou stranách hranice. V době odevzdání diplomové práce podle dostupných internetových zdrojů nemocnice stále poskytuje služby, ačkoliv hledání spolehlivých a aktuálních informací na toto téma neposkytuje velké množství výsledků.

Podobně v přeshraniční oblasti Maďarsko-Rakousko, kde byla vyhodnocena přítomnost především koordinačního potenciálu, položil projekt HEAL NOW základy dlouhodobější

spolupráce a vytvořil Cooperation Agenda 2030 pro další rozvoj přeshraniční zdravotní péče. Tento projekt je financován z programu Interreg V-A Austria-Hungary. Z peněžních prostředků Interreg je financován také novější projekt CrossReg-4-Health ve slovinsko-rakouském příhraničním prostoru. Tento projekt názorně ukazuje, že přeshraniční spolupráce se orientuje i na předávání zkušeností, digitální vzdělávání a inovaci v léčebných či rehabilitačních postupech.

Významnou iniciativou v minulosti byl vznik speciálních oblastí v okolí belgicko-francouzské hranice mezi lety 2008 a 2015. Vymezeno v tomto období bylo celkem sedm organizovaných zón přeshraničního přístupu ke zdravotní péči (označovaných jako ZOASTs). „Pacienti v těchto sedmi oblastech mohli využívat zdravotní péči na obou stranách hranice bez jakýchkoli administrativních či finančních překážek“ (Vandeweghe, 2018). Sledovaný vzor celkové dostupnosti zdravotnických služeb naznačuje, že i v současnosti se jedná o přeshraniční region, který na velké části území dosahuje maximálně „střední dostupnosti“. Nedostatečnou obslužnost této oblasti potvrzuje i to, že části území jsou označovány jako tzv. medical deserts (zdravotní pouště), kterým je věnována zvýšená pozornost zejména ze strany Francie.

Jako nejvýraznější evropský příklad přeshraniční zdravotnické infrastruktury je často uváděna Nemocnice Cerdanya, protože jde o první přeshraniční nemocnici v Evropě spravovanou v rámci EGTC. V geograficky izolovaném pyrenejském prostoru zajišťuje společné služby pro obyvatele Španělska i Francie a nahrazuje dřívější dlouhé dojezdy k nejbližší nemocnici na francouzské straně. V současnosti dle Evropské komise (2026) je 20–30 % pacientů tohoto zařízení obyvateli přilehlých částí Francie. Z hlediska potenciálu se tedy jedná o původní společný rozvojový potenciál, který byl výstavbou nového přeshraničního zdravotnického zařízení přeměněn na využitý komplementární potenciál.

Význam přeshraniční spolupráce je patrný i v regionech, kde byla v analýze identifikována nízká dostupnost zdravotnických služeb na obou stranách hranice. Projekt SMiLe v řecko-bulharském pohraničí cílil právě na znevýhodněná a izolovaná území a zaměřoval se na posílení primární a urgentní péče prostřednictvím modernizace vybavení, školení a lepší organizace služeb. Z toho vyplývá, že v tomto případě byla skutečně snaha využít společný rozvojový potenciál prostřednictvím investic do budování moderní infrastruktury, nikoliv však přeshraničním pohybem pacientů.

Zároveň se objevují i nové projekty zaměřené spíše na systémovou koordinaci, například Health4DE-NL v severní části německo-nizozemského pohraničí, jehož cílem je vytvořit síť aktérů zdravotního systému, analyzovat efektivitu obou zdravotnických systémů a formulovat doporučení pro rovnější přístup ke službám v regionu s přibližně 2,8 miliony obyvatel. To potvrzuje, že přeshraniční spolupráce se uplatňuje i prostřednictvím koordinace odlišných státních politik i v oblastech, kde prostorový vzor celkové dostupnosti vykazuje nižší hodnoty na jedné straně hranice.

V současnosti je dokončován projekt Dreiland-Klinikum Lörrach, u kterého již název napovídá jeho umístění v blízkosti pomezí tří států. Vybudování této nemocnice nereaguje ani tak na potenciál v této oblasti, ale díky své strategické pozici spíše vytváří příležitost jak pro obyvatele Německa, tak i sousedního Švýcarska a Francie.

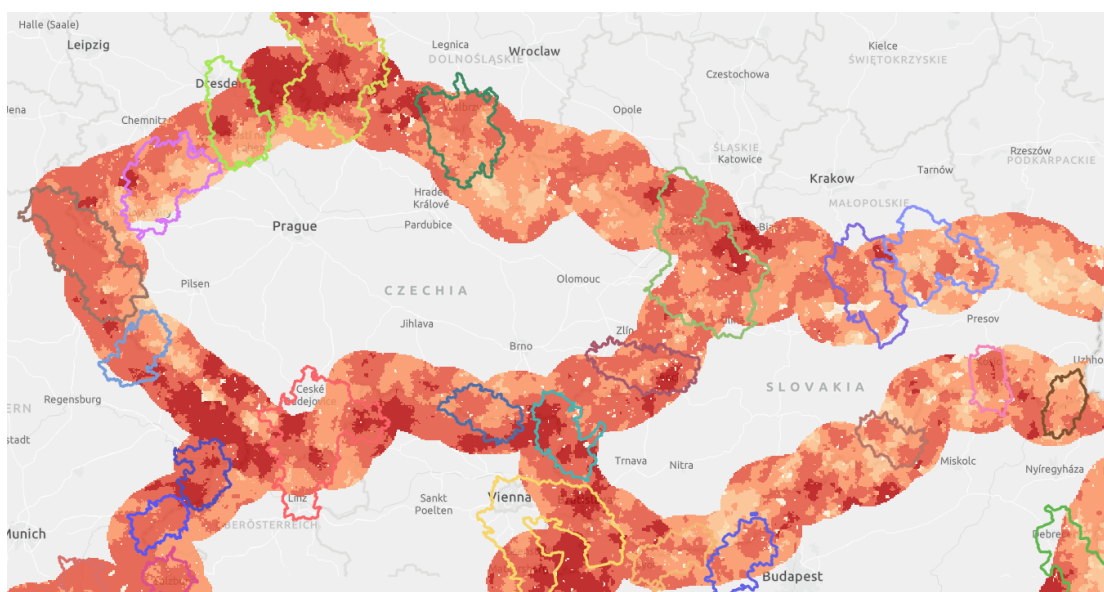
Častým příkladem je také dvojměsti Valga-Valka rozdělené mezi Estonsko a Lotyšsko. Nemocnice je umístěna na estonské straně hranice a je zároveň geograficky nejbližší nemocnicí pro obyvatele lotyšské části města. Avšak praktické fungování dlouhodobě komplikovaly rozdíly v úhradách a právním rámci a teprve v roce 2022 uzavřela lotyšská Národní zdravotní služba s nemocnicí ve Valze dohodu o hrazení vybraných základních vyšetření pro obyvatele lotyšské části města.

Mezi skandinávskými zeměmi existují dlouhodobě nastavené mechanismy, které jsou součástí tzv. Nordic Agreements. Jejich cílem je usnadnit přístup ke zdravotní péči napříč zapojenými státy. V celé Evropě se však nachází mnohem více projektů a iniciativ zaměřených na přeshraniční spolupráci ve zdravotnictví a často nezáleží, jestli vycházejí z potenciálu odvozeného z dostupnosti, nebo z jiných vzájemných vazeb. Rozebrané projekty a způsoby spolupráce tedy nepředstavují několik výjimek, ale jsou součástí širšího trendu současnosti. Například pod hlavičkou Interreg A byly a jsou realizovány projekty alespoň částečně dotýkající se tématu zdravotnictví téměř ve všech přeshraničních regionech.

Na závěr byly výsledky celkové dostupnosti zdravotnických služeb vizuálně porovnány s tzv. Cross-border Functional Areas (CBFAs, česky přeshraniční funkční oblasti). Tyto oblasti představují „územně vymezené komplexy, které se nacházejí na dvou nebo více stranách státní hranice, nejsou definovány administrativními hranicemi, ale přeshraničními funkčními vazbami, systémem spolupráce a vztahů a existencí řídicích mechanismů“ (Jakubowski a kol., 2022). Na celoevropské úrovni byly CBFAs vymezeny v rámci projektu ESPON CROSSGOV. Podle oficiální metodiky byly určeny s využitím pěti indikátorů, konkrétně „population density“, „cross-border travel-time accessibility“, „border catchment area based on mobility flows“, „social cross-border interactions“ a „natural risks“, jejichž popis je podrobněji uveden v metodice ESPON CROSSGOV (2026).

Výchozím předpokladem tohoto porovnání bylo, že oblasti s vysokou celkovou dostupností zdravotnických služeb by se mohly ve značné míře překrývat právě s CBFAs vymezenými projektem ESPON CROSSGOV. Lze totiž očekávat, že v územích se silnými každodenními přeshraničními vazbami a rozvinutější spoluprací budou současně existovat i příznivější podmínky pro dostupnost zdravotnických služeb.

Samotné porovnání proběhlo překrytím vrstvy celkové dostupnosti zdravotnických služeb s vrstvou vymezených CBFAs, kterou pro účely této práce poskytl vedoucí diplomové práce. Inspekce překryvů tento předpoklad však nepotvrdila. Vymezené CBFAs neodpovídají prostorovému vzoru celkové dostupnosti zdravotnických služeb a mezi oběma vrstvami nebyla zjištěna výraznější shoda. Ukázka tohoto porovnání je uvedena na Obr. 29, kde CBFAs jsou reprezentovány jejich barevnými obrysy.



Obr. 29 Porovnání celkové dostupnosti zdravotnických služeb s CBFA

Zjištěný nesoulad mezi celkovou dostupností zdravotnických služeb a vymezením CBFAs je však metodicky plně vysvětlitelný. Metodika ESPON CROSSGOV vymezuje funkční přeshraniční oblasti na základě širší kombinace indikátorů, jako jsou hustota zalidnění, přeshraniční prostupnost, přeshraniční toky, sociální interakce a přírodní rizika, do výpočtu však v žádné míře nezahrnuje zdravotnická zařízení či jejich dostupnost. Předkládaná diplomová práce hodnotí naopak výhradně dostupnost zdravotnických služeb. Obě metodiky tedy sledují odlišné aspekty přeshraniční reality. CBFAs zachycují obecnější míru funkčního přeshraničního propojení území, zatímco výsledky této práce ukazují prostorový vzor dostupnosti zdravotnické péče. Nesoulad mezi oběma vrstvami proto neznamena chybu, ale spíše potvrzuje, že samotná dostupnost zdravotnických služeb nemusí přímo odrážet přeshraniční funkčnost území, ale mohla by sloužit jako jedna ze složek k alternativnímu vymezení CBFAs.

5 ČESKÉ PŘÍHRANIČNÍ OBLASTI

Zaměřením dílčí části diplomové práce jsou české příhraniční regiony, v nichž je problematika dostupnosti zdravotnických služeb a přeshraniční spolupráce rozvíjena v širším kontextu socio-ekonomických a demografických vazeb. Zájmové území tvoří přeshraniční oblasti Česko–Rakousko, Česko–Německo, Česko–Slovensko a Česko–Polsko. V těchto oblastech je skóre celkové dostupnosti zdravotnických služeb porovnáváno s vybranými demografickými ukazateli a socio-ekonomickými indikátory.

Cílem této části již není znovu samostatně hodnotit dostupnost zdravotnických služeb, ani určovat potenciál přeshraniční spolupráce, ale prohloubit dosavadní zjištění a nabídnout detailnější pohled na problematiku v menším a lépe uchopitelném prostoru českého příhraničí.

Aby byla zachována konzistence všech vstupních dat a bylo možné jednotlivé charakteristiky přímo porovnávat na úrovni čtverců 1×1 km, byl jako hlavní datový zdroj znovu využit GISCO Population Grid. Tato datová sada totiž kromě informace o celkovém počtu obyvatel v jednotlivých buňkách obsahuje i další demografické charakteristiky, z nichž lze odvodit také některé socio-ekonomické ukazatele. Následující přehled shrnuje všechny indikátory využitě v této části práce. Většina z nich byla dopočítána z dostupných atributů, jejichž přehled je uveden v kapitole 3.1 Použitá data.

Population density

- Hustota zalidnění (počet obyvatel na km^2)

Percentage of people older than 64 years

- Procento obyvatel v buňce ve věku 65 a více let
- Výpočet: $(Y_{GE65} / T) * 100$

Percentage of people younger than 15 years

- Procento obyvatel v buňce ve věku 0 až 14 let
- Výpočet: $(Y_{LT15} / T) * 100$

Percentage of people aged 15-64 years

- Procento obyvatel v buňce ve věku 15 až 64 let
- Výpočet: $(Y_{1564} / T) * 100$

Percentage of employed persons

- Procento zaměstnaných obyvatel v buňce
- Výpočet: $(EMP / T) * 100$

Move within the reporting country

- Procento lidí, kteří se přistěhovali do buňky v rámci stejné země
- Výpočet: $(CHG_{IN} / T) * 100$

Move from outside the reporting country

- Procento lidí, kteří se přistěhovali do buňky z jiné země
- Výpočet: $(CHG_{OUT} / T) * 100$

Aging index

- Index stáří, počet osob ve věku 65 a více let na 100 dětí ve věku 0–14 let
- Výpočet: $(Y_{GE65} / Y_{LT15}) * 100$

Percentage of people born in the reporting country

- Procento lidí v buňce, kteří se narodili ve stejném státě
- Výpočet: $(NAT / T) * 100$

Median age estimate

- Odhad mediánu věku v buňce
- Výpočet podle vzorce (Bigelow, 2013):

$$\text{Median age estimate} = L_m + \frac{\frac{n}{2} - F}{f_m} * i$$

kde L_m = dolní hranice věkové třídy, ve které leží medián; n = celkový počet obyvatel; F = kumulativní počet obyvatel před touto věkovou třídou; f_m = počet obyvatel v mediánové třídě; i = šířka věkové třídy

- Medián je mezi 15 a 64 lety: $L_m = 15$; $n = T$; $F = Y_{LT15}$; $f_m = Y_{1564}$; $i = 50$
- Medián je 65 a více let: $L_m = 65$; $n = T$; $F = Y_{LT15} + Y_{1564}$; $f_m = Y_{GE65}$; $i = 30$

Old-age dependency ratio

- Poměr mezi počtem obyvatel ve věku nad 65 let a pracovně aktivními obyvateli (osoby ve věku 15 až 64 let)
- Výpočet: $(Y_{GE65} / Y_{1564}) * 100$

Youth dependency ratio

- Poměr mezi počtem obyvatel ve věku pod 15 let a pracovně aktivními obyvateli (osoby ve věku 15 až 64 let)
- Výpočet: $(Y_{LT15} / Y_{1564}) * 100$

Sum of healthcare service providers within a 1 x 1 km grid cell

- Celkový počet zdravotnických zařízení všech kategorií v buňce
- Výpočet pomocí *Spatial Join*

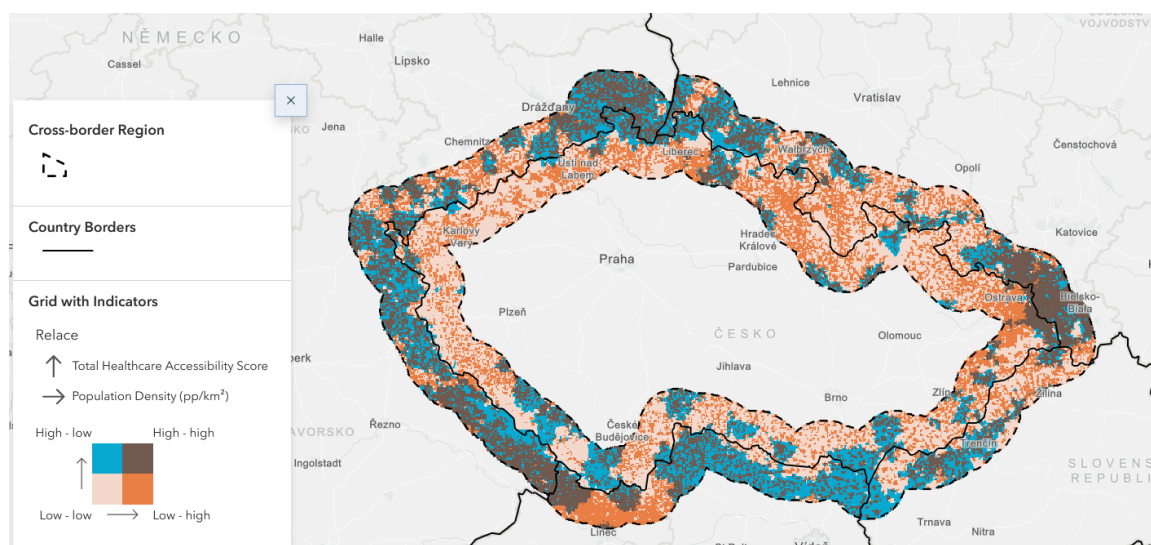
Total length of roads within a 1 x 1 km grid cell (in kilometers)

- Celková délka silnic v buňce v kilometrech
- Výpočet pomocí *Summarize Within*

5.1 Bivariate kartogramy

Prvním způsobem porovnání celkové dostupnosti zdravotnických služeb s vybranými socio-ekonomickými a demografickými ukazateli bylo společné zobrazení celkové dostupnosti a jednoho z těchto ukazatelů v mapě metodou bivariate kartogramu. Tato metoda obecně slouží k současnému znázornění dvou proměnných v jednom mapovém výstupu, a umožňuje tak sledovat jejich prostorové vztahy. Na rozdíl od běžného kartogramu, který zobrazuje pouze jednu charakteristiku, bivariate kartogram zachycuje kombinace dvou jevů a usnadňuje identifikaci oblastí, kde se obě proměnné vyskytují ve vysokých či nízkých hodnotách, případně kde mezi nimi existuje kontrast. Je důležité upozornit, že tato metoda nevyjadřuje kauzální vztah mezi atributy, ale pouze jejich současný výskyt v prostoru.

Na Obr. 30 je zobrazen bivariate kartogram, který znázorňuje společný prostorový výskyt celkové dostupnosti zdravotnických služeb a hustoty zalidnění v buňkách o velikosti 1 x 1 km. Na této ukázce je popsán princip, kterým jsou vytvořeny všechny další bivariate kartogramy a způsob jejich interpretace. Kompletní sbírka těchto výstupů je dostupná ve formátu StoryMap na [tomto odkazu](#).



Obr. 30 Prostorový výskyt celkové dostupnosti zdravotnických služeb a hustoty zalidnění

Pro zachování přehlednosti bylo pro barevnou stupnici zvoleno schéma 2×2 . Hodnoty obou porovnávaných atributů byly rozděleny do dvou tříd, přičemž hranici mezi nimi tvoří medián hodnot sledovaného atributu. Do spodní třídy tak spadají buňky s hodnotou nižší než medián daného atributu, zatímco do horní třídy buňky s hodnotou vyšší než jeho medián. Výsledkem tohoto členění jsou čtyři základní typy oblastí, které vyjadřují všechny možné kombinace vysokých a nízkých hodnot obou sledovaných proměnných:

Oblasti typu **Low-low** představují území s nízkou hustotou zalidnění (5 obyvatel/km² a méně) a současně nízkou celkovou dostupností zdravotnických služeb (skóre 10 a méně). V těchto případech nemusí nižší dostupnost zdravotnických služeb nutně znamenat závažný problém, protože jde o velmi řídké osídlené oblasti, v nichž žije jen malé množství obyvatel.

Na mapě (Obr. 30), kde jsou tyto oblasti znázorněny světle oranžovou barvou, je patrné, že se ve větší míře soustřeďují zejména v českém příhraničí. Výrazný kontrast lze pozorovat především na hranici Česka a Bavorska, kde v příhraničních částech Karlovarského, Plzeňského a Jihočeského kraje převažují právě oblasti typu Low-low. Státní hranice zde zároveň tvoří poměrně ostrý předěl, protože na bavorské straně již častěji vystupují oblasti typu High-low (nízká hustota zalidnění a vysoká celková dostupnost zdravotnických služeb) nebo High-high (vysoká hustota zalidnění a vysoká celková dostupnost zdravotnických služeb).

Podobný kontrast je patrný také v přeshraniční oblasti Česko–Rakousko. Na české straně i zde převládají spíše oblasti typu Low-low, jen ojediněle doplněné oblastmi typu High-low, zatímco na rakouské straně se vyskytuje kombinace zbývajících tří kategorií a oblasti typu Low-low zde nejsou výrazně zastoupeny. Výsledek tak naznačuje, že velmi řídké osídlené a neosídlené oblasti v českém příhraničí vykazují nižší celkovou dostupnost zdravotnických služeb než srovnatelně osídlené oblasti v Německu a Rakousku. Praktický význam tohoto rozdílu je však omezený, protože se jedná o území, které zahrnuje velmi malé procento obyvatel.

Oblasti typu **Low-high** představují území s vyšší hustotou zalidnění (více než 5 obyvatel/km²) a současně nízkou celkovou dostupností zdravotnických služeb (skóre 10 a méně). Na rozdíl od oblastí typu Low-low již jde o území, která odpovídají skutečně osídleným prostorům, od malých venkovských sídel až po větší urbánní centra. Nižší

celková dostupnost zdravotnických služeb zde proto může mít výraznější negativní dopad na obyvatelstvo.

Prostorový vzor tohoto typu oblastí je poměrně rozptýlený, přesto však lze identifikovat oblasti rozsáhlejší koncentrace. Výrazněji se tyto oblasti objevují například v Moravskoslezském kraji, zejména v prostoru Ostravska, nebo ve Zlínském kraji okolo Vsetína. Zajímavý případ představuje také okolí města Linz, kde převažují spíše venkovská sídla a menší města, a současně značná část tohoto území vykazuje právě nižší celkovou dostupnost zdravotnických služeb.

Oblasti typu **High-low** představují území s nízkou hustotou zalidnění (5 obyvatel/km² a méně) a současně vysokou celkovou dostupností zdravotnických služeb (skóre vyšší než 10). Jde tedy o oblasti, v nichž žije jen malé množství obyvatel, přesto však zde celková dostupnost zdravotnických služeb dosahuje relativně vysokých hodnot. Podobně jako u oblastí Low-low je praktický význam těchto regionů v současnosti omezený, protože se jedná o velmi řídko osídlená území.

Z prostorového vzoru je však patrné, že tyto oblasti se často vyskytují v návaznosti na oblasti typu High-high, a lze je tak chápat spíše jako prostorový „doprovod“ sídel s vysokou celkovou dostupností zdravotnických služeb než jako samostatné jádro koncentrace obyvatelstva a služeb. Pozorovat je lze například v Rakousku, dále ve Šluknovském výběžku a na něj navazujícím území Německa, nebo také v některých částech Bavorska či Polska.

Oblasti typu **High-high** představují území s vyšší hustotou zalidnění (více než 5 obyvatel/km²) a současně vysokou celkovou dostupností zdravotnických služeb (skóre vyšší než 10). Odpovídají tedy sídlům různé velikosti, od rurálních sídel až po velká města, která zároveň vykazují příznivou úroveň celkové dostupnosti zdravotnických služeb. Zajímavým zjištěním je poměrně omezený výskyt těchto oblastí v českém příhraničí. V rámci sledovaných přeshraničních regionů se totiž oblasti typu High-high častěji vyskytují spíše na straně sousedních států než na straně české. V českém příhraničí je lze identifikovat například v buňkách odpovídajícím městům Jindřichův Hradec, Vimperk, Větrní, Klatovy, Znojmo, Břeclav, Šumperk, Jeseník, Frýdek-Místek nebo v oblasti Těšínska.

Plošně rozsáhlejší a četnější zastoupení mají tyto oblasti v Bavorsku, na německé straně hranice východně od Drážďan nebo v Polsku, kde se výrazněji koncentrují v prostoru Racibórz – Rybnik – Jastrzębie-Zdrój – Skoczów – Wisła. Za pozornost stojí srovnání zejména v česko-polské přeshraniční oblasti, přesněji region Ostravska – Bielsko-Biala. Z hlediska osídlení jde o území s vysokou koncentrací obyvatelstva a s četnými sídly urbánního charakteru na obou stranách hranice, které jsou navíc propojeny intenzivními každodenními vazbami. Přesto se v rámci bivariate kartogramu polská část této oblasti projevuje vyššími hodnotami celkové dostupnosti zdravotnických služeb než část česká.

K využití bivariate kartogramu je nutné dodat dvě upozornění. První z nich souvisí se samotnou klasifikací do tříd. Jako hraniční hodnota byl zvolen medián, v případě hustoty zalidnění však tato hodnota dosahuje pouze 5 obyvatel/km². Tím vznikají dvě kategorie – 1) buňky neosídlené nebo velmi řídko osídlené; 2) buňky řídko až hustě osídlené. Toto rozdělení nedovoluje, aby se v rámci druhé kategorie projevila variabilita mezi městem a venkovem. Alternativou by bylo stanovit hranici expertním odhadem, takový postup by však do výsledků vnášel vyšší míru subjektivity a mohl by vést ke zkreslení interpretace.

Ve druhé řadě je třeba zmínit, že samostatná a podrobná interpretace každé dvojice atributů by byla velmi rozsáhlá a z hlediska přínosu ne vždy účelná. Při celkovém počtu indikátorů (14) by takový postup vedl k velkému množství dílčích map a interpretací, které by neposkytly komplexní výsledek.

5.2 Multivariate Clustering

Po konzultaci s vedoucím práce bylo kvůli nedostatkům bivariante kartogramů rozhodnuto využít metodu multivariate clustering. Cílem byla identifikace typů oblastí, které jsou si podobné v hodnotách více atributů současně, ale zároveň jsou jednotlivé typy odlišné mezi sebou. V ArcGIS Pro tuto metodu implementuje stejnojmenný nástroj Multivariate Clustering a její princip a nastavení je blíže popsáno v kapitole 3.3 Použité metody analýzy.

Vstupem do shlukové analýzy byla čtvercová mřížka přeshraničních oblastí omezená na české příhraničí. Výstupem jsou tzv. multivariate clustering boxplots. Tyto grafy pro každý vstupní atribut zobrazují jeho boxplot a současně pomocí barevných linií vyjadřují typické hodnoty jednotlivých atributů pro každý shluk. Umožňují tak interpretovat, čím se jednotlivé shluky od sebe odlišují, a jaké jsou společné charakteristiky v rámci jednoho shluku.

Na počátku však nebylo zřejmé, které socio-ekonomické a demografické atributy by bylo vhodné do shlukování zahrnout. Proto byl nejprve proveden orientační výpočet, do kterého vstoupilo všech 14 sledovaných atributů společně se skóre celkové dostupnosti zdravotnických služeb. Cílem tohoto kroku bylo ověřit, jaký výsledek poskytne shlukování při využití kompletní sady proměnných. V průběhu výpočtu byl optimální počet shluků určen na základě ukazatele pseudo-F statistic. V tomto případě se jako optimální ukázal počet čtyř shluků.

V první řadě je užitečné stručně interpretovat multivariate clustering box-plots dostupné v Příloze 23. Jejich základní popis usnadní výklad mapy prostorového rozmístění shluků v zájmovém území. Každému shluku je ve výchozím nastavení přiřazena barva, přičemž z grafu „Features per cluster“ vyplývá, že nejčtenější je modrý shluk, následuje červený, poté zelený a nakonec oranžový.

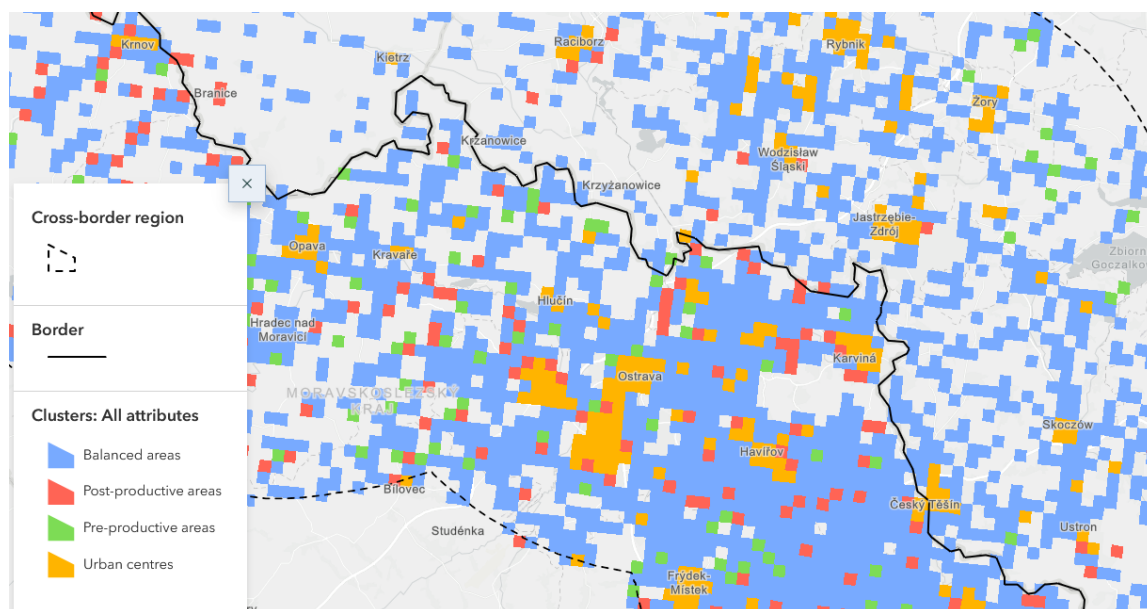
V modrém shluku se hodnoty atributů pohybují v těsné blízkosti mediánu a nevykazují výraznější odchylky žádným směrem. Tomu odpovídá i dostupnost zdravotnických služeb, která se u tohoto shluku rovněž nachází přibližně na úrovni mediánu. Tento shluk lze proto chápat jako reprezentanta průměrných nebo typických oblastí. Zároveň však jeho frekvence výskytu naznačuje, že do jedné skupiny mohly být sloučeny poměrně různorodé oblasti, a vnitřní variabilita tohoto shluku se tak ve výsledku nemusela plně projevit. Čistě na základě jeho charakteristik bude označen jako **„vyvážené oblasti“** (*Balanced areas*).

Červený shluk se vyznačuje vyššími hodnotami ukazatelů, jako jsou „aging index“, „median age estimate“, „old-age dependency ratio“ a „percentage of people older than 64 years“. Současně vykazuje nižší hodnoty „percentage of employed persons“, „percentage of people younger than 15 years“ a „percentage of people aged 15-64 years“. Tyto charakteristiky odpovídají stárnoucímu oblastem, v nichž převažuje populace v postproduktivním věku. Podobně jako u modrého shluku se i zde dostupnost zdravotnických služeb pohybuje přibližně na úrovni celkového mediánu. Tento shluk bude kvůli své věkové struktuře označen jako **„postproduktivní oblasti“** (*Post-productive areas*).

Zelený shluk je charakteristický vysokými hodnotami „youth dependency ratio“ a „percentage of people younger than 15 years“, zatímco u atributů „aging index“, „median age estimate“ a „percentage of people older than 64 years“ vykazuje relativně nízké hodnoty. To naznačuje, že v těchto oblastech je výrazněji zastoupena populace v předproduktivním věku. Zároveň právě tento shluk vykazuje ze všech čtyř nejnižší hodnoty dostupnosti zdravotnických služeb. Na základě jeho vlastností lze shluk nazvat jako „**předproduktivní oblasti**“ (*Pre-productive areas*).

Oranžový shluk, tedy nejméně zastoupený ze všech čtyř, se od ostatních odlišuje především vysokými hodnotami „population density“, „sum of healthcare service providers within a 1 x 1 km grid cell“ a „total length of roads within a 1 x 1 km grid cell“. Tyto charakteristiky ukazují na území, v nichž se koncentruje obyvatelstvo, infrastruktura i zdravotnické služby. Tomu odpovídá i skutečnost, že právě zde byla zaznamenána nejvyšší úroveň dostupnosti zdravotnických služeb ze všech čtyř shluků. Tento shluk proto bude označen jako „**urbánní centra**“ (*Urban centres*).

Je vhodné upozornit, že nástroj multivariate clustering nevyhledává prostorové shluky, nijak nezohledňuje prostorovou sousednost buněk a bere v potaz podobu čistě na základě jejich atributových hodnot. Jelikož je však výsledná příslušnost ke shluku přiřazena každé konkrétní buňce mřížky, lze výsledky následně vizualizovat v mapě (výřez na Obr. 31, kompletní mapa na odkazu [zde](#)) a analyzovat jejich prostorový vzor. Již při prvním pohledu je patrné, že mapa neobsahuje všechny buňky v zájmovém území. Důvodem je přítomnost chybějících hodnot (null) u některých vstupních atributů. Pokud se hodnota null vyskytuje byť jen u jednoho z patnácti vstupních atributů, není možné danou buňku do shlukování zahrnout, a buňka se proto ve výsledné mapě nezobrazí. Tento problém se výrazně projevil například v německé části přeshraniční oblasti Česko–Německo, která ve výsledku chybí celá. Příčinou je nedostupnost údaje o počtu zaměstnaných obyvatel na německé straně hranice.

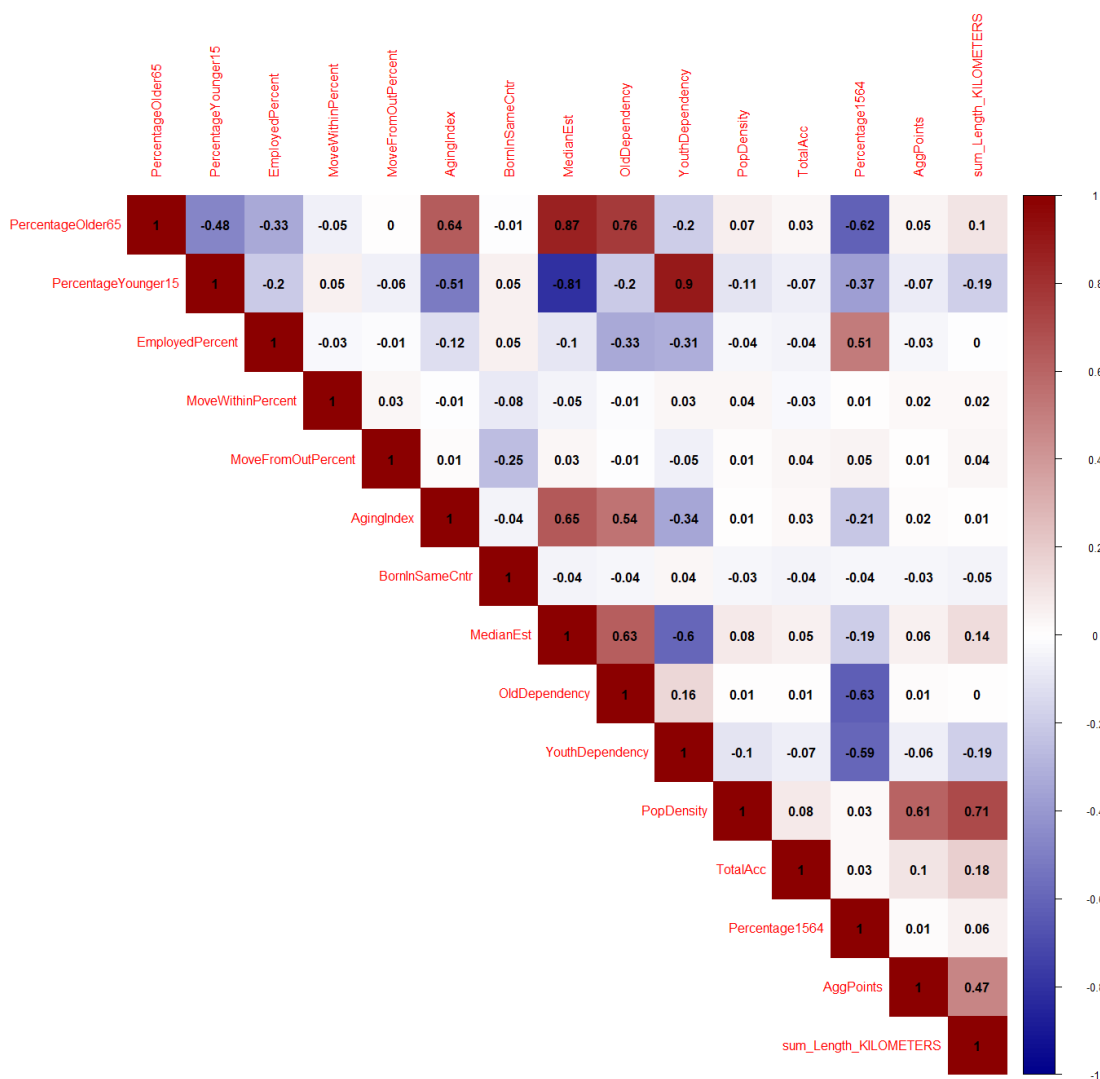


Obr. 31 Výřez mapy prostorového rozložení shluků s využitím všech atributů

Z hlediska prostorového rozmístění shluků se vysvětlitelný vzor projevil pouze u urbánních center, která jsou znázorněna oranžovou barvou. U ostatních shluků působí výsledný obraz spíše mozaikovitě a nevykazuje souvislejší homogenní plochy jednoho typu. Ukázalo se, že při použití všech atributů nevytváří shluky jednoznačné prostorové vzory.

Se záměrem dosažení interpretovatelného prostorového vzoru shluků došlo k redukci počtu vstupních atributů. Ta proběhla nejen systematicky, ale i s ohledem na řešené téma. První cestou redukce bylo odstranění silně vzájemně korelovaných proměnných. Za tímto účelem byla v prostředí RStudio vytvořena korelační matice, přičemž pro vyhodnocení vztahů mezi proměnnými byl použit Pearsonův korelační koeficient. Hodnoty korelace se pohybují v intervalu od -1 do +1, kde -1 odpovídá dokonalé negativní korelaci a +1 dokonalé pozitivní korelaci. V korelační matici (Obr. 32) pak tóny červené barvy označují pozitivní korelaci, tedy vztah, kdy se s růstem jedné proměnné zvyšuje i druhá a naopak. Tóny modré barvy naopak vyjadřují negativní korelaci, kdy se s růstem jedné proměnné hodnota druhé snižuje.

Klíčovou otázkou následně bylo stanovení hraniční hodnoty korelace, od níž již bude dvojice atributů považována za natolik podobnou, že je vhodné některou z proměnných z další analýzy vyřadit. Pokud by měly být redukovány pouze silně korelované proměnné, lze vycházet například z klasifikace podle de Vaus (2002), který za silnou korelaci považuje hodnoty větší nebo rovné $\pm 0,7$. O něco přísnější přístup uvádí Evans (1996), který jako silnou korelaci označuje již hodnoty větší nebo rovné $\pm 0,6$.



Obr. 32 Korelační matice pro všechny vstupní atributy

Pokud by byl zvolen méně přísný přístup a za hranici silné korelace by byla stanovena hodnota $\pm 0,7$, byly by jako silně korelované identifikovány následující dvojice proměnných:

- Percentage of people younger than 15 years $\times$ Youth dependency ratio = 0,90
- Percentage of people older than 64 years $\times$ Median age estimate = 0,87
- Percentage of people younger than 15 years $\times$ Median age estimate = -0,81
- Percentage of people older than 64 years $\times$ Old-age dependency ratio = 0,76
- Population density $\times$ Total length of roads within a 1 x 1 km grid cell = 0,71

Při použití přísnější hranice $\pm 0,6$ by však došlo k vyřazení ještě většího počtu atributů. V průběhu zpracování práce byly proto vyzkoušeny oba přístupy i různé varianty výběru proměnných na základě korelační matice. Nakonec se však ukázalo, že samotné odstranění nejsilněji korelovaných atributů nebude dostačující. Bylo proto rozhodnuto rozšířit redukci proměnných také o expertní výběr atributů. Výsledná sada proměnných byla sestavena následovně:

Nejvýraznější korelace se vyskytují mezi atributy popisujícími věkovou strukturu obyvatelstva. Ve finálním výběru proto byly ponechány atributy „percentage of people younger than 15 years“, „percentage of people aged 15-64 years“ a „percentage of people older than 64 years“, které společně vystihují základní věkové rozložení populace. Naopak z důvodu vysoké vzájemné korelace byly odstraněny atributy „youth dependency ratio“, „old-age dependency ratio“, „aging index“ a „median age estimate“.

Atribut „population density“ byl ponechán, protože představuje základní demografický ukazatel. Zachovány byly také atributy „sum of healthcare service providers within a 1 x 1 km grid cell“ a „total length of roads within a 1 x 1 km grid cell“, a to i přesto, že mezi druhým zmíněným a „population density“ byla zjištěna vyšší korelace. Důvodem bylo, že oba tyto atributy mají z hlediska interpretace dostupnosti zdravotnických služeb vlastní význam. Hustota zalidnění, silniční síť a počet zdravotnických zařízení se přímo vztahují k problematice dostupnosti zdravotnických služeb, jelikož všechny tři ovlivňují její výpočet metodami FCA.

Po expertním zhodnocení s vedoucím práce byly dále odstraněny atributy „percentage of people born in the reporting country“, „move within the reporting country“ a „move from outside the reporting country“, protože jejich vztah k dostupnosti zdravotnických služeb není pro účely této analýzy dostatečně přímý a logicky významný. Atribut „percentage of employed persons“ byl vyřazen z praktických důvodů, protože není dostupný pro celé území Německa. Jeho ponechání by proto vedlo ke ztrátě výsledků v rozsáhlé části zájmového území. Ve finální sadě proměnných byl naopak zachován atribut „total healthcare accessibility“, tedy skóre celkové dostupnosti zdravotnických služeb.

Tím byla vytvořena finální sada atributů nad kterými byl znovu proveden multivariate clustering. Na základě ukazatele pseudo-F statistic bylo tentokrát vymezeno sedm shluků. Jejich charakteristiky zachycují multivariate clustering box-plots, které jsou dostupné v Příloze 24.

Modrý shluk, který je nejpočetnější, vykazuje u většiny atributů hodnoty pohybující se v blízkosti mediánu. Zároveň ze všech shluků dosahuje nejvyšší celkové dostupnosti zdravotnických služeb. Jedná se tedy o oblasti, které jsou z hlediska struktury obyvatelstva a infrastruktury průměrné a vyvážené. Nejde o výrazně urbánní území, přesto se vyznačují velmi příznivou úrovní dostupnosti zdravotnických služeb. Tento shluk bude označen jako **„dobře obsloužené vyvážené oblasti“** (*Well-served balanced areas*).

Červený shluk vykazuje podobně jako modrý shluk u většiny atributů hodnoty blízké mediánu, zásadně se však liší v ukazateli celkové dostupnosti zdravotnických služeb. Právě ten zde dosahuje nízkých hodnot, a to dokonce nejnížší ze všech shluků. Jedná se tedy

o oblasti, které jsou z hlediska složení populace relativně vyvážené a podobné oblastem modrého shluku, avšak vykazují nejnižší dostupnost zdravotnických služeb. Tento shluk bude označen jako „**nedostatečně obsloužené vyvážené oblasti**“ (*Underserved balanced areas*).

Zelený shluk se ve srovnání s ostatními vyznačuje vyšší hodnotou podílu obyvatel ve věku 15–64 let a naopak nižšími hodnotami podílu obyvatel mladších 15 let i podílu obyvatel ve věku 65 let a více. To ukazuje, že v těchto oblastech převažuje obyvatelstvo v produktivním věku. Dostupnost zdravotnických služeb se zde zároveň pohybuje mírně pod úrovní mediánu. Tento shluk proto bude označen jako „**produktivní oblasti**“ (*Productive areas*).

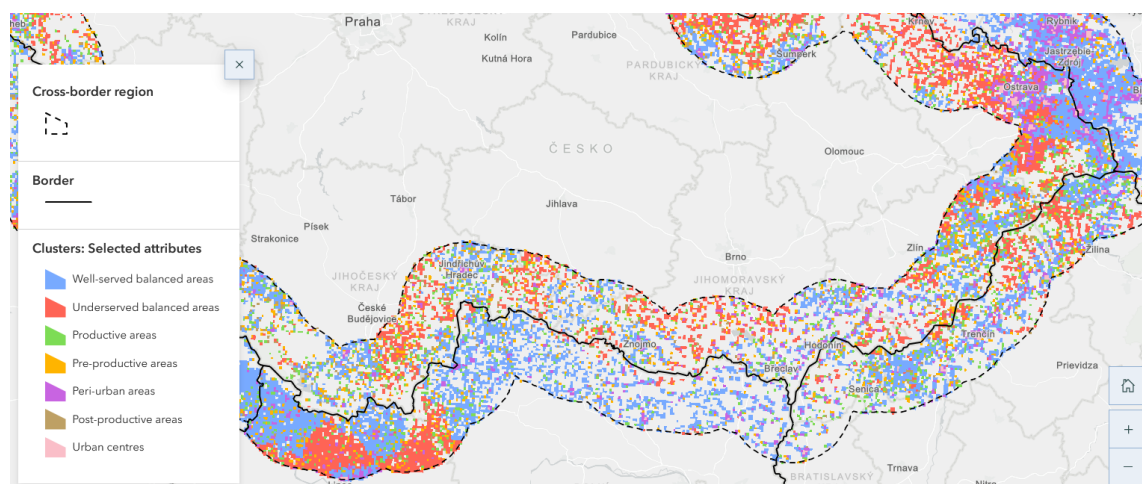
Žlutý shluk se od ostatních odlišuje tím, že v něm výrazně převažuje podíl obyvatel mladších 15 let nad zbývajících dvěma věkovými skupinami. To ukazuje na vyšší zastoupení populace v předproduktivním věku. Dostupnost zdravotnických služeb v tomto shluku se přitom pohybuje přibližně na úrovni mediánu. Tento shluk bude označen jako „**předproduktivní oblasti**“ (*Pre-productive areas*).

Fialový shluk vykazuje ve srovnání se všemi předchozími shluky vyšší hodnoty hustoty zalidnění, počtu poskytovatelů zdravotnických služeb v buňce 1×1 km a celkové délky silnic v této buňce. U těchto atributů však dosahuje ještě vyšších hodnot růžový shluk, což naznačuje, že fialový shluk nereprezentuje samotná urbánní centra, ale spíše jejich širší zázemí. Dostupnost zdravotnických služeb je zde zároveň nad úrovní mediánu. Tento shluk proto bude označen jako „**periurbánní oblasti**“ (*Peri-urban areas*).

Hnědý shluk se vyznačuje tím, že v něm ve srovnání s ostatními věkovými skupinami jednoznačně převažuje podíl obyvatel ve věku 65 let a více. Jde tedy o stárnoucí oblasti, v nichž je dostupnost zdravotnických služeb pod úrovní mediánu, i když ne tak nízká jako u zeleného a žlutého shluku. Tento shluk bude označen jako „**postproduktivní oblasti**“ (*Post-productive areas*).

Růžový shluk, jak již bylo naznačeno, vykazuje vysoké hodnoty stejných atributů jako shluk fialový, avšak ještě výrazněji. Jedná se tedy o samotná urbánní centra, v nichž se koncentruje obyvatelstvo, infrastruktura i zdravotnické služby. Tomu odpovídá i skutečnost, že dostupnost zdravotnických služeb je zde nad úrovní mediánu. Tento shluk proto bude označen jako „**urbánní centra**“ (*Urban centres*).

Prostorové rozmístění bylo také zobrazeno v mapě, jejíž výřez je na Obr. 33. Po redukci vstupních proměnných vznikl prostorový vzor, který je interpretačně výrazně přehlednější než v předchozí variantě. Výsledné shluky již nepůsobí pouze jako náhodná mozaika jednotlivých buněk, ale v řadě případů vytvářejí i větší souvislé plochy. To se týká především dobře obsloužených vyvážených oblastí (modré) a nedostatečně obsloužených vyvážených oblastí (červené), které se v prostoru místy seskupují do homogennějších celků. Jasněji se zároveň projevují také urbánní centra a jejich širší periurbánní zázemí, což odpovídá reálné struktuře osídlení i koncentraci zdravotnických služeb. Shluky charakterizované odlišnou věkovou strukturou zůstávají v prostoru rozmístěny spíše rozptýleně a nevytvářejí rozsáhlejší homogenní oblasti. To naznačuje, že samotná věková struktura obyvatelstva pravděpodobně nepředstavuje hlavní faktor, který by určoval prostorový vzor dostupnosti zdravotnických služeb. Pokud by její vliv byl zásadní, bylo by možné očekávat vznik výraznějších územních celků, v nichž by převládala určitá věková skupina a současně se zde projevovala podobná úroveň dostupnosti zdravotnických služeb. Ve výsledném vzoru se však taková vazba jednoznačně neprojevuje.



Obr. 33 Výřez mapy prostorového rozložení shluků s využitím vybraných atributů

Jelikož bylo cílem práce pro české příhraničí vytvořit také kvalitativní profily, byly pro všechny čtyři zkoumané přeshraniční oblasti zpracovány samostatné profily ve formátu PDF dostupné v Příloze 25–28. Samotné shlukování sice představuje kvantitativní metodu, avšak následné pojmenování jednotlivých shluků a jejich interpretace jim přisuzují kvalitativní význam. Výslednou mapu je tak možné chápat jako přehled kvalitativně odlišných typů území, které byly vymezeny na základě kvantitativní analýzy. Následuje stručný textový komentář, který vysvětluje výsledný prostorový vzor ve čtyřech zkoumaných oblastech:

Přeshraniční oblast Česko-Německo

Právě v této přeshraniční oblasti se nejvýrazněji projevuje kontrast mezi dvěma nejčetnějšími shluky na obou stranách hranice. Zatímco na německé straně převažují dobře obslužené vyvážené oblasti, na české straně jednoznačně dominují nedostatečně obslužené vyvážené oblasti. Ty se rozpínají od severočeského Ústecka, dále přes Karlovarsko až po Domažlicko. Teprve přibližně od oblasti Klatov směrem k jihovýchodu se i na české straně objevují dobře obslužené vyvážené oblasti.

Z hlediska sídelní struktury je situace v severních Čechách do určité míry srovnatelná s německou stranou, protože se zde v podobné míře vyskytují urbánní centra a periurbánní oblasti. V přeshraničním prostoru Karlovarského, Plzeňského a Jihočeského kraje je však vzor odlišný. V navazujícím Bavorsku je výskyt urbánních center a periurbánních oblastí zřetelně vyšší, zatímco na české straně převažují spíše venkovská sídla a méně intenzivně urbanizované oblasti.

Z pohledu přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví může tento vzor být významný. Ukazuje totiž na asymetrii mezi oběma stranami hranice, kdy německá část má příznivější kombinaci dostupnosti zdravotnických služeb a sídelní struktury než část česká. Takový prostorový vzor může naznačovat především komplementární potenciál přeshraniční spolupráce, protože obyvatelstvo české strany může být v částech území prostorově blíže nebo funkčně lépe napojeno na zdravotnické zázemí na straně německé.

Přeshraniční oblast Česko-Rakousko

Kontrast je patrný i v této přeshraniční oblasti, nedosahuje však takové jednostrannosti a intenzity jako v případě oblasti Česko-Německo. Na obou stranách hranice zde totiž

dochází ke střídání dvou dominantních shluků, i když na rakouské straně je stále zřetelné vyšší zastoupení dobře obslužených vyvážených oblastí. Na rakouské straně lze identifikovat pouze dvě výraznější plochy nedostatečně obslužených vyvážených oblastí, a to v okolí měst Oberneukirchen a Königswiesen. Ve zbytku rakouské části naopak převažují dobře obslužené vyvážené oblasti.

Na české straně je situace proměnlivější. Dobře obslužené vyvážené oblasti se zde vyskytují například v blízkosti Větrní, Jindřichova Hradce, Znojma, Mikulova a Břeclavi, zatímco nedostatečně obslužené vyvážené oblasti se nacházejí především v širších prostorech mezi těmito centry. Jde zejména o území venkovského charakteru, která vykazují méně příznivou dostupnost zdravotnických služeb.

Z hlediska přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví tento vzor nenaznačuje rozsáhlý a plošně souvislý komplementární potenciál jako v případě česko-německého příhraničí. Potenciál je zde spíše lokální, vázaný na menší úseky hranice a na konkrétní sídla či jejich zázemí.

Přeshraniční oblast Česko-Slovensko

V česko-slovenském příhraničí je prostorový vzor výsledných shluků na obou stranách hranice poměrně vyrovnaný. Zastoupení dobře obslužených vyvážených oblastí i nedostatečně obslužených vyvážených oblastí je zde relativně podobné a nevystupuje zde téměř žádná asymetrie, jako tomu je v případě česko-německého příhraničí. Samotná hranice v této oblasti netvoří ostrý předěl mezi odlišnými typy území.

V tomto případě tedy potenciál spolupráce pravděpodobně nesouvisí jen se samotným prostorovým vzorem dostupnosti zdravotnických služeb, ale s tím, že přeshraniční oblast Česko-Slovensko představuje prostředí s relativně nízkými kulturními a komunikačními bariérami.

Přeshraniční oblast Česko-Polsko

V této přeshraniční oblasti je situace na obou stranách hranice rovněž poměrně vyrovnaná, alespoň pokud jde o zastoupení dvou hlavních shluků. Výraznější asymetrie mezi oběma stranami hranice se zde s výjimkou prostoru Krnovska a Opavska v tomto ohledu neprojevuje.

Zvláštní pozornost si zaslouží prostor vymezený přibližně trojúhelníkem měst Ostrava – Rybník – Bielsko-Biala. Jedná se o silně urbanizované území s vysokou koncentrací obyvatelstva, sídel, dopravní infrastruktury i zdravotnických zařízení. Ve výsledném vzoru se to odráží četným výskytem urbánních center a periurbánních oblastí, které podle multivariate clustering boxplots vykazují jedny z nejvyšších hodnot dostupnosti zdravotnických služeb. V těchto oblastech se propojuje příznivá sídelní struktura s kvalitním infrastrukturním zázemím, což vytváří podmínky vedoucí ke vzniku oblastí s vysokou dostupností zdravotnických služeb a tím i pro existenci koordinačního potenciálu v této oblasti.

6 VÝSLEDKY

Hlavními výsledky diplomové práce jsou analýza dostupnosti zdravotnických služeb a vyhodnocení potenciálu přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví v přeshraničních oblastech států Evropské unie. Pro analýzu dostupnosti byly vybrány tři nejběžnější kategorie zdravotnických služeb – nemocnice, ordinace lékařů a lékárny. Přeshraniční oblasti byly kategorizovány podle mediánu dostupnosti zdravotnických služeb. Z dílčích dostupností byla odvozena celková dostupnost zdravotnických služeb, na jejímž základě byly identifikovány tři druhy potenciálu, které byly následně vsazeny do kontextu evropských a regionálních politik. Výsledkem dílčí části práce zaměřující se na české příhraničí je vymezení oblastí, které sdílejí společné rysy nejen z hlediska celkové dostupnosti zdravotnických služeb, ale také z pohledu vybraných socio-ekonomických a demografických indikátorů.

6.1 Výsledky v přeshraničních oblastech států EU

Výsledky analýzy dostupnosti zdravotnických služeb v přeshraničních oblastech států EU ukázaly, že dostupnost zdravotnických služeb napříč zkoumaným územím vykazuje výrazné prostorové rozdíly, a to jak mezi jednotlivými kategoriemi služeb, tak mezi různými částmi Evropy. U nemocnic se projevoval spíše ostrovní vzor dostupnosti s ostřejšími přechody mezi dobře a špatně dostupnými oblastmi, což souvisí s jejich nižší četností a koncentrací do větších sídel. Naproti tomu u ordinací lékařů a zejména u lékáren se dostupnost projevovala plošněji a rovnoměrněji, protože tyto služby jsou rozmístěny hustěji a nejsou vázány pouze na větší sídla.

Přeshraniční oblasti byly klasifikovány podle mediánu hodnot SPAI. Tento přístup umožnil porovnat oblasti mezi sebou nikoli jen na základě vizuální inspekce map, ale prostřednictvím jednoho souhrnného ukazatele pro každou hodnocenou službu. Ukázalo se přitom, že klasifikace je citlivá na to, zda je medián počítán ze všech buněk přeshraniční oblasti, nebo pouze z buněk obydlených. Přesto tento postup přinesl přehlednou klasifikaci oblastí podle míry dostupnosti nemocnic, ordinací lékařů a lékáren. Výsledná klasifikace se nachází v Příloze 1–3 a jejich interpretace v kapitole 4.3.3 Klasifikace přeshraničních regionů.

Za účelem tvorby profilů a identifikace potenciálu byla odvozena celková dostupnost zdravotnických služeb, která představuje syntetický ukazatel vycházející z dostupnosti všech tří hodnocených kategorií. Tento výstup umožnil lépe odlišit oblasti s celkově vysokou a nízkou zdravotnickou obslužností a zároveň omezil riziko, že by byla určitá oblast hodnocena příznivě pouze na základě jediné kategorie zdravotnických služeb. Prostorový vzor celkové dostupnosti tak představuje určitý kompromis mezi dílčími vzory, přičemž si zachovává jejich nejvýraznější rysy.

Za hlavní interpretační výsledek celé kapitoly 4 lze považovat hodnocení potenciálu přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví. Hodnocení potenciálu vycházelo z analýzy prostorového vzoru celkové dostupnosti zdravotnických služeb v jednotlivých profilech přeshraničních oblastí. Nešlo tedy pouze o to, kde je dostupnost vysoká nebo nízká, ale především o to, jak se tento vzor projevuje v blízkosti státní hranice a zda naznačuje možnost účelného přeshraničního řešení. Dle tohoto principu byly rozlišeny tři typy potenciálu: společný rozvojový potenciál (vyskytující se tam, kde je nízká dostupnost na obou stranách hranice); koordinační potenciál (typický pro oblasti s vysokou dostupností na obou stranách); a komplementární potenciál (objevuje v místech, kde se na jedné straně hranice vyskytuje vyšší dostupnost než na straně druhé).

Příklady oblastí se společným rozvojovým potenciálem:

- Bulharsko–Rumunsko
- Švýcarsko–Itálie
- Rakousko–Itálie
- Rakousko–Slovinsko
- Deštné v Orlických horách – Mostowice (Česko–Polsko)
- Eisenkappel-Vellach – Solčava (Rakousko–Slovinsko)
- západní část hranice Chorvatsko–Slovinsko
- některé venkovské úseky regionu Dánsko–Německo

Příklady oblastí s koordinačním potenciálem:

- Břeclav – Valtice – Poysdorf – Mistelbach (Česko–Rakousko)
- Pfronten – Füssen – Weißenbach am Lech (Německo–Rakousko)
- Podersdorf am See – Sopron – Fertőszentmiklós (Maďarsko–Rakousko)
- zázemí Bratislavy (Rakousko–Slovensko)
- Burg-Reuland – Prüm (Belgie–Německo)
- Vybrané oblasti např. Česko–Polsko, Slovensko–Maďarsko, Německo–Rakousko a Česko–Slovensko, kde může být koordinační potenciál posílen historickými, kulturními a každodenními vazbami

Příklady oblastí s komplementárním potenciálem:

- Nová Ves nad Lužnicí – České Velenice – Gmünd (Česko–Rakousko)
- Kravaře – Třebom – Racibórz (Česko–Polsko)
- Valga-Valka (Estonsko–Lotyšsko)
- severní Čechy a Krušné hory (Česko–Německo)
- některé úseky hranice Maďarsko–Rumunsko
- Chorvatsko–Slovinsko, zejména prostor Črnomelj – Karlovac – Záhřeb
- Německo–Nizozemsko

Výsledky hodnocení ukazují, že identifikovaný potenciál není omezen na jediný typ přeshraničního prostoru, ale vyskytuje se jak v periferních a horských oblastech s nízkou dostupností, tak v hustěji osídlených a infrastrukturně lépe vybavených regionech.

Významným výsledkem je také porovnání identifikovaného potenciálu s reálně existujícími projekty a mechanismy přeshraniční spolupráce, díky němuž je možné lépe odlišit oblasti, kde je potenciál již alespoň částečně využíván, od oblastí, kde zůstává dosud nenaplněn.

6.2 Výsledky v českém příhraničí

Díleč část práce se zaměřila na české příhraniční oblasti, konkrétně na regiony Česko–Německo, Česko–Rakousko, Česko–Polsko a Česko–Slovensko. Cílem bylo zasadit celkovou dostupnost zdravotnických služeb do širšího socio-ekonomického a demografického kontextu a ověřit, jaké charakteristické druhy území se v českém příhraničí na základě této kombinace utvářejí.

Prvním krokem této části bylo porovnání celkové dostupnosti zdravotnických služeb s vybranými demografickými a socio-ekonomickými indikátory prostřednictvím bivariate kartogramů. Tento přístup umožnil základní orientaci v prostorovém rozmístění

dostupnosti a jednotlivých ukazatelů, měl však i svá omezení. Především se ukázalo, že samostatná interpretace jednotlivých dvojic proměnných by byla příliš roztříštěná a nevedla by k jednotnému výsledku. Bivariate kartogramy proto sloužily především jako explorační mezikrok, na který navázala shluková analýza.

Hlavní výsledky kapitoly 5 přinesla metoda multivariate clustering, která byla využita k identifikaci oblastí sdílejících podobné charakteristiky nejen z hlediska celkové dostupnosti zdravotnických služeb, ale také z pohledu vybraných socio-ekonomických a demografických proměnných. Finální datová sada zahrnovala šest vybraných proměnných společně s celkovou dostupností zdravotnických služeb. Pro samotné shlukování byla použita metoda K-means, která vymezila sedm jedinečných shluků.

Výsledky shlukování ukázaly, že nejčitelnější prostorový vzor mají především dobře obslužené vyvážené oblasti a nedostatečně obslužené vyvážené oblasti, tedy dva nejčtenější shluky. Ty se v prostoru místy seskupují do větších homogenních ploch a umožňují relativně dobře rozlišit území s příznivější a méně příznivou kombinací dostupnosti zdravotnických služeb a základních charakteristik. Kromě nich se výrazně projevují také urbánní centra a periurbánní oblasti, jejichž rozmístění dobře odpovídá skutečné sídelní struktuře území. Naopak shluky vymezené především na základě věkové struktury obyvatelstva zůstávají rozmístěny spíše rozptýleně a nevytvářejí výraznější souvislé homogenní oblasti. To naznačuje, že věková struktura sama o sobě pravděpodobně nepředstavuje hlavní faktor, který by určoval prostorový vzor dostupnosti zdravotnických služeb v českém příhraničí.

V česko-německém příhraničí se ukázal nejvýraznější kontrast mezi českou a sousední stranou oblasti, zatímco v česko-rakouském, česko-polském a česko-slovenském prostoru byl vzor vyrovnanější nebo spíše lokálního charakteru, což může představovat větší vzájemnou podobnost těchto oblastí z hlediska dostupnosti zdravotnických služeb i vybraných socio-ekonomických indikátorů.

Výsledkem celé práce je také poznání, že dostupnost zdravotnických služeb a možná přeshraniční spolupráce v tomto odvětví je živým a vyvíjejícím se tématem, které je trendem již po delší dobu, což dokazuje existence jak právě probíhajících, tak i ukončených projektů a iniciativ v regionálním měřítku. Úroveň dostupnosti zdravotnických služeb v přeshraničních oblastech ovlivňuje nejen současnou kvalitu života místních obyvatel, ale její zlepšení a institucionální ukotvení může v budoucnu významně přispět i k hlubšímu propojení evropského prostoru.

7 DISKUZE

Snahou této práce bylo komplexně analyzovat dostupnost zdravotnických služeb v přeshraničních oblastech EU, vyhodnotit potenciál pro přeshraniční zdravotnickou spolupráci v těchto oblastech a zhodnotit dostupnost zdravotnických služeb v prostoru českého příhraničí v kontextu s dalšími demografickými a socio-ekonomickými ukazateli. V průběhu tvorby práce se však projeví nedostatky a problémy, kvůli kterým muselo být v některých případech přistoupeno k alternativním a ne zcela optimálním řešením.

První omezení této práce souvisí se vstupními daty, a to zejména s využitím dat z OSM. V případě silniční sítě se i přes snahu o výběr vhodných kategorií komunikací ukázalo, že některé úseky zůstávají oddělené od zbytku sítě, což má za následek vznik osamocených buněk bez dostupnosti zdravotnických služeb. Z podstaty OSM jako komunitního projektu je také možná přítomnost topologicky nekorektních silničních úseků. Práce se s tímto omezením snažila vyrovnat důslednou přípravou a ověřením funkčnosti síťové vrstvy, odstraněním duplicit a nastavením konektivity, přesto však nelze zcela vyloučit, že se kvalita vstupních zdrojových dat do výsledků částečně nepromítla.

Podobně i data o rozmístění zdravotnických služeb s sebou přináší jistou nepřesnost. Stejně jako u silniční sítě je jejich zdrojem OSM, kvalita a úplnost dat nejsou v prostoru však rovnoměrné. Lze předpokládat, že zejména v méně osídlených, periferních nebo obecně méně rozvinutých oblastech nemusí být všechna zdravotnická zařízení zaznamenána ve stejné míře jako v jádrových a urbanizovaných regionech. Na druhé straně je však nutné zdůraznit, že pro celoevropskou analýzu představují data OSM i přes tato omezení nejvhodnější dostupný zdroj, ze kterého vychází i ESPON. Důvodem pro použití tohoto zdroje je především zachování jednotné metodiky a konzistence vstupních dat napříč celým územím Evropské unie. Alternativní přístup založený na kombinaci národních databází by sice mohl v některých případech zvýšit přesnost, avšak v celoevropském měřítku by narážel na zásadní problémy s dostupností dat, rozdílnou podrobností a odlišnou strukturou zdrojů.

Na omezení vstupních dat navazuje i zjednodušení, které bylo nutné akceptovat při stanovení kapacit zdravotnických zařízení. Vzhledem k tomu, že databáze OSM neobsahuje údaj o kapacitě zařízení, byla všem zdravotnickým zařízením přiřazena jednotná kapacita rovna 1. Toto zjednodušení bylo preferováno nad odvozováním nepřesných a těžko obhajitelných vah. Výsledky nereflexují přímo reálnou kapacitu jednotlivých poskytovatelů, ale spíše jejich prostorovou přítomnost a rozmístění.

V části věnované českému příhraničí se jako suboptimální ukázala i vstupní socio-ekonomická a demografická data. Nejvýrazněji se to projevilo absencí údaje o počtu zaměstnaných osob na německé straně hranice v detailu buňky 1×1 km, což vedlo k tomu, že tento indikátor nemohl být ve finální variantě analýzy ponechán, přestože by mohl přinést zajímavou informaci v provedené shlukové analýze. Zároveň by pro analýzu multivariate clustering mohlo být přínosné pracovat i s dalšími indikátory, které v použité datové sadě nebyly obsaženy. Perspektivní by mohly být například ukazatele ekonomické výkonnosti, průměrné mzdy, deprivace, vzdělanostní struktury, dojížděky, automobilizace nebo podrobnější charakteristiky obyvatelstva a sídelní struktury.

Vedle těchto omezení má však práce také mnohé silné stránky. Za jeden z nejdůležitějších přínosů lze považovat rozsáhlou rešerši metod z rodiny FCA. Významným výstupem s potenciálem využití je také vytvoření vlastního skriptu FCA.py, který implementuje více metod FCA a může sloužit nejen pro potřeby této diplomové práce, ale i jako základ pro další výzkum a navazující aplikace.

Jako velmi přínosné se ukázalo také odvození celkového skóre dostupnosti zdravotnických služeb pro následnou identifikaci potenciálu přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví. Právě zde práce překračuje rámec pouhého konstatování, kde je dostupnost vyšší a kde nižší, a snaží se tyto prostorové vzory dále interpretovat z hlediska jejich významu pro přeshraniční toky.

Inovativním prvkem této práce je rozlišení tří typů potenciálu – společného rozvojového, koordinačního a komplementárního. Toto rozdělení se v práci ukázalo jako užitečný interpretační rámec, i když jeho vymezení bylo zatím založeno především na expertním čtení prostorového vzoru. Právě zde se otevírá prostor pro další metodologický rozvoj, například ve směru přesnějšího vymezení jednotlivých typů potenciálu a jejich vyhodnocování na pevnějších základech.

Výsledky analýz dostupnosti i identifikovaného potenciálu mají praktický aplikační význam. Mohou sloužit jako podklad pro regionální plánování, přípravu přeshraničních projektů, strategické dokumenty i pro další diskusi o tom, kde má přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví největší opodstatnění. Přestože je nutné při čtení výsledků brát ohled na uvedená omezení, práce poskytuje analytický postup, který lze opakovaně využít k získání přesnějších výsledků při použití spolehlivějších vstupních dat.

I přes určité nedostatky, které jsou způsobeny především omezenou kvalitou a rozsahem vstupních dat, odhaluje tato diplomová práce vzory v dostupnosti zdravotnických služeb s akcentem na potenciální přeshraniční toky a spolupráci. Práce tak dosahuje svých vytyčených cílů.

8 ZÁVĚR

V této diplomové práci byla provedena kvantitativní analýza dostupnosti zdravotnických služeb v přeshraničních oblastech států Evropské unie metodou 3SFCA a vymezeny oblasti s potenciálem pro přeshraniční kooperaci ve zdravotnictví. S využitím socio-ekonomických a demografických dat byla také zhodnocena dostupnost zdravotnických služeb v českém příhraničí v širším kontextu.

Pro analýzu dostupnosti byly vybrány tři základní kategorie zdravotnických služeb, konkrétně nemocnice, ordinace lékařů a lékárny. Z dílčích dostupností byla následně odvozena celková dostupnost zdravotnických služeb, na jejímž základě byly identifikovány tři druhy potenciálu přeshraniční spolupráce. Tyto výsledky byly dále zasazeny do kontextu evropských a regionálních politik a porovnány s reálně existujícími projekty a iniciativami. V navazující části práce zaměřené na české příhraničí byly vymezeny typy oblastí, které sdílejí společné rysy nejen z hlediska celkové dostupnosti zdravotnických služeb, ale také z pohledu vybraných socio-ekonomických a demografických indikátorů.

Výsledky práce ukázaly, že dostupnost zdravotnických služeb v přeshraničních oblastech Evropské unie je prostorově výrazně diferencovaná a že jednotlivé druhy zdravotnických služeb vytvářejí odlišné prostorové vzory. Zároveň se ukázalo, že přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví má v různých částech Evropy odlišné předpoklady. V některých oblastech se nabízí spíše společný rozvoj, v jiných koordinace nebo komplementární využití zdravotnických služeb na druhé straně hranice. Práce tak neukazuje pouze to, kde je dostupnost vyšší nebo nižší, ale také to, kde může být přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví smysluplná a jakého může být typu.

V případě českého příhraničí se ukázalo, že samotná dostupnost zdravotnických služeb nevystihuje celé fungování příhraničního prostoru. Přínosem této části práce je proto zasazení celkové dostupnosti do širšího socio-ekonomického a demografického kontextu. Výsledkem je sedm typů oblastí, které ukazují, že české příhraničí nelze chápat jako jednotný prostor, ale jako soubor území s odlišným charakterem. Právě to umožňuje lépe porozumět tomu, v jakém typu prostředí se vyšší nebo nižší dostupnost zdravotnických služeb vyskytuje.

Výsledky této práce by mohly být využity pro další výzkum dostupnosti zdravotnických služeb v přeshraničních oblastech Evropy, a to například s větším důrazem na kapacity zdravotnických zařízení u vstupních dat nebo doposud nezahrnuté socio-ekonomické ukazatele. Práce může zároveň sloužit jako podklad pro regionální plánování, pro úvahy o podobě přeshraniční spolupráce ve zdravotnictví i jako motivace pro přípravu nových projektů v příhraničních oblastech. Přínosem práce je také vlastní skript FCA.py, který může být dále upravován a využíván i pro jiné geografické nebo tematické aplikace.

Výstupem práce jsou kromě samotného textu také profily přeshraničních regionů Evropské unie v jednotném stylu, dostupné online prostřednictvím aplikace ArcGIS StoryMaps, vybrané profily ve formátu PDF, kvalitativní profily českého příhraničí a množství dalších online výstupů na platformě ArcGIS Online. Diplomová práce tak přináší nejen analytické zhodnocení dostupnosti zdravotnických služeb, ale i prakticky využitelné výsledky a výstupy, se kterými lze dále pracovat.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

ASSOCIATION OF EUROPEAN BORDER REGIONS. *b-solutions: Solving Border Obstacles. A Compendium 2023–2024* [online]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2024. ISBN 978-92-68-20386-6. DOI 10.2776/623896.

BIGELOW, Carol. *Lecture 2 – Grouped Data Calculation*. Amherst: University of Massachusetts Amherst, 2013.

BŮHMOVÁ, Tereza. *Přeshraniční spolupráce, zdravotnické služby a jejich efektivnost*. Brno, 2026. Diplomová práce (Mgr.). MASARYKOVA UNIVERZITA. Ekonomicko-správní fakulta.

BUSSE, Reinhard, Markus WÖRZ, Thomas FOUBISTER, Elias MOSSIALOS a Philip BERMAN. *Mapping Health Services Access: National and Cross-Border Issues (HealthACCESS). Final Report*. 2006.

CHRISTODOULOU, Aris, Panos CHRISTIDIS, Lewis DIJKSTRA, Hugo POELMAN a Linde ACKERMANS. *Road accessibility in border regions* [online]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. Regional and Urban Policy Working Papers, WP 01/2019. Dostupné z: https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/work/2019_01_road_access.pdf. [cit. 2026-04-12].

COUNCIL OF EUROPE. *1. Europäisches Symposium der Grenzregionen. Die Zusammenarbeit europäischer Grenzgebiete*. Strasbourg: Council of Europe, 1972.

DE VAUS, David A. *Analysing Social Science Data*. London: SAGE Publications, 2002. ISBN 978-0-7619-5938-0.

DELAMATER, Paul L. Spatial accessibility in suboptimally configured health care systems: A modified two-step floating catchment area (M2SFCA) metric. *Health & Place*. 2013, 24, s. 30–43.

DELECOSSE, Eric, Fabienne LELOUP a Henri LEWALLE. *European Cross-Border Cooperation on Health: Theory and Practice* [online]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. PDF ISBN 978-92-79-70881-7. DOI 10.2776/271537. Dostupné z: https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/policy/cooperation/european-territorial/cbc_health/cbc_health_en.pdf. [cit. 2026-04-11].

ESPON. *Governance mechanisms for cross-border functional areas (CROSSGOV)* [online]. 2025. Dostupné z: <https://www.espon.eu/projects/crossgov-governance-mechanisms-cross-border-functional-areas>. [cit. 2026-04-12].

EUROPEAN PATIENTS' FORUM. *EU Directive 2011/24/EU on the application of patients' rights in cross-border healthcare: Legislation Guidance for Patient Organisations*. Brussels: European Patients' Forum, 2013.

EUROSTAT. *Territorial typologies manual - border regions* [online]. *Statistics Explained*. 2025. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/72679.pdf>? [cit. 2026-04-10].

EVANS, Richard H. An Analysis of Criterion Variable Reliability in Conjoint Analysis. *Perceptual and Motor Skills*. 1996, 82(3), s. 988–990. DOI 10.2466/pms.1996.82.3.988.

EVROPSKÁ KOMISE. *Akční plán evropského pilíře sociálních práv* [online]. 2021. HTML ISBN 978-92-76-32400-3. DOI 10.2767/346274. Dostupné z: <https://op.europa.eu/webpub/empl/european-pillar-of-social-rights/cs/> [cit. 2026-04-13].

EVROPSKÁ KOMISE. *Communication from the Commission to the Council and the European Parliament: Boosting growth and cohesion in EU border regions* [online]. Brussels, 20. 9. 2017. COM(2017) 534 final. Dostupné z: https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/communication/boosting_growth/com_boosting_borders.pdf. [cit. 2026-04-09].

EVROPSKÁ KOMISE. Directorate-General for Regional and Urban Policy. *The Cerdanya Cross-Border Hospital: Healthcare Beyond Borders* [online]. Info regio, 20 February 2026. Dostupné z: https://ec.europa.eu/regional_policy/whats-new/newsroom/20-02-2026-the-cerdanya-cross-border-hospital-healthcare-beyond-borders_en. [cit. 2026-04-18].

EVROPSKÁ KOMISE. *FAQ Social security - The European Health Insurance Card* [online]. Directorate-General for Employment, Social Affairs and Inclusion. [cit. 2026-04-06].

EVROPSKÁ KOMISE. *Policy context and methodology* [online]. Dostupné z: <https://territorial.ec.europa.eu/across/policy-context-methodology> [cit. 2026-04-05].

EVROPSKÁ UNIE. *Directive 2011/24/EU of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 on the application of patients' rights in cross-border healthcare* [online]. *Official Journal of the European Union*. 2011, L 88, s. 45–65. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011L0024>. [cit. 2026-04-09].

EVROPSKÁ UNIE. *Expenses and reimbursements for planned medical treatment abroad. Your Europe* [online]. Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. Dostupné z: https://europa.eu/youreurope/citizens/health/planned-healthcare/expenses-reimbursements/index_en.htm [cit. 2026-04-09].

EVROPSKÁ UNIE. *Konsolidované znění Smlouvy o fungování Evropské unie – ČÁST TŘETÍ: VNITŘNÍ POLITIKY A ČINNOSTI UNIE – HLAVA XIV: VEŘEJNÉ ZDRAVÍ – Článek 168 (bývalý článek 152 Smlouvy o ES)* [online]. *Úřední věstník Evropské unie*. 2008, C 115, s. 122–124. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:12008E168> [cit. 2026-04-07].

GARČEK, Jan. *Dostupnost zdravotnické péče v České republice*. Praha, 2022. Diplomová práce (Mgr.). ČVUT, Fakulta informačních technologií & OpenDataLab. Dostupné z: <https://lekarivcr.opendatalab.cz/>. [cit. 2026-04-11].

GESUNDHEIT ÖSTERREICH FORSCHUNGS UND PLANUNGS GMBH. *Study on Cross-Border Cooperation: Capitalising on existing initiatives for cooperation in cross-border regions. Executive Summary* [online]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018. ISBN 978-92-79-80260-7. DOI 10.2875/97991.

GUAGLIARDO, M. F. Spatial accessibility of primary care: concepts, methods and challenges. *International Journal of Health Geographics*. 2004, 3, 3. DOI 10.1186/1476-072X-3-3.

HOSPITAL DE CERDANYA - HÔPITAL DE CERDAGNE. *Alliances and partnerships* [online]. [cit. 2026-04-13]. Dostupné z: <https://www.hcerdanya.eu/en/who-we-are/alliances-and-partnerships/>. [cit. 2026-04-11].

JAKUBOWSKI, Andrzej, Karolina TRYKACZ, Tomasz STUDZIEŃECKI a Jakub SKIBIŃSKI. Identifying cross-border functional areas: conceptual background and empirical findings from Polish borderlands. *European Planning Studies*. 2022, 30(12), s. 2433–2455. DOI 10.1080/09654313.2021.1958760.

JÖRG, Reto a Lucas HALDIMANN. MHV3SFCA: A new measure to capture the spatial accessibility of health care systems. *Health & Place*. 2023, 79, 102974.

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

KLEINMAN, Joel C. a Denise MAKUC. Travel for ambulatory medical care. *Medical Care*. 1983, 21(5), s. 543–557. DOI 10.1097/00005650-198305000-00007.

KUNTOSCH, Julia, Marie-Luise RUEBSAM, Jakub ORSSON, Dorota ORSSON, Klaus HAHNENKAMP, Jörg HARTLEIB a Steffen FLESSA. Health impact of borders: general reflections and a case study from the Polish–German border. *The European Journal of Health Economics*. 2024, 25, s. 281–292. DOI 10.1007/s10198-023-01588-5.

KUPKA, Michal. *Prostorové hodnocení vybraných aspektů zdravotní péče a služeb v Evropě*. Olomouc, 2021. Diplomová práce (Mgr.). UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI. Přírodovědecká fakulta.

LANGFORD, Mitchel, Rich FRY a Gary HIGGS. *USW-FCA2: An ArcGIS add-In tool to compute Enhanced Two-Step Floating Catchment Area accessibility scores* [online]. 2015. DOI 10.13140/RG.2.1.3178.8884. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/287198887_USW-FCA2_An_ArcGIS_add-In_tool_to_compute_Enhanced_Two-Step_Floating_Catchment_Area_accessibility_scores. [cit. 2026-04-11].

LELOUP, Fabienne. *Research for REGI Committee – Cross-border cooperation in healthcare* [online]. Brussels: European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies, 2021. PE 690.904. Dostupné z: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/690904/IPOL_STU\(2021\)690904_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/690904/IPOL_STU(2021)690904_EN.pdf) [cit. 2026-04-06].

LUO, Wei a Yi QI. An enhanced two-step floating catchment area (E2SFCA) method for measuring spatial accessibility to primary care physicians. *Health & Place*. 2009, 15(4), s. 1100–1107.

MARQUES, Diana, Teresa PEDREIRO a Bruno Barbosa SOUSA. Current Digital Healthcare and Wellness Tourism: Preliminary Study in the Cross-Border Context. In: *Analyzing Current Digital Healthcare Trends Using Social Networks*. 2024. DOI 10.4018/979-8-3693-1934-5.ch001.

McGRAIL, Matthew R. a John S. HUMPHREYS. The index of rural access: an innovative integrated approach for measuring primary care access. *BMC Health Services Research*. 2009, 9, 124. DOI 10.1186/1472-6963-9-124.

NEBLING, Thomas a Hans-Willi SCHEMKEN. Cross-border contracting: the German experience. In: ROSENMÖLLER, Magdalene, Martin McKEE a Rita BAETEN, eds. *Patient Mobility in the European Union: Learning from Experience*. Copenhagen: European Observatory on Health Systems and Policies, 2006, s. 137–156.

PENCHANSKY, Roy a J. William THOMAS. The concept of access: definition and relationship to consumer satisfaction. *Medical Care*. 1981, 19(2), s. 127–140. DOI 10.1097/00005650-198102000-00001.

RIED, Walter a Paul MARSCHALL. Potential Benefits of Cross-Border Health Care: the Case of Poland and Germany. *Economics and Sociology*. 2016, 9(3), s. 14–27. DOI 10.14254/2071-789X.2016/9-3/2.

VANDEWEGHE, Karen. ZOASTs - seven zones of organised access to cross-border healthcare [online]. *Futurium | European Commission*, 10 January 2018. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/futurium/en/blog/zoasts-seven-zones-organised-access-cross-border-healthcare.html> [cit. 2026-04-11].

WAN, Neng, Bin ZOU a Troy STERNBERG. A three-step floating catchment area method for analyzing spatial access to health services. *International Journal of Geographical Information Science*. 2012, 26(6), s. 1073–1089.

WING, Paul a Christopher REYNOLDS. The availability of physician services: a geographic analysis. *Health Services Research*. 1988, 23(5), s. 649–667.

XING, Jiduo a S. Thomas NG. Analyzing spatiotemporal accessibility patterns to tertiary healthcare services by integrating total travel cost into an improved E3SFCA method in Changsha, China. *Cities*. 2022, 122, 103541.

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Vázané přílohy:

- Příloha 1 Klasifikace přeshraničních oblastí podle dostupnosti nemocnic
- Příloha 2 Klasifikace přeshraničních oblastí podle dostupnosti ordinací lékařů
- Příloha 3 Klasifikace přeshraničních oblastí podle dostupnosti lékáren

Volné přílohy

- Příloha 4 Skript FCA.py
- Příloha 5 Uživatelský manuál ke skriptu FCA.py
- Příloha 6 PDF profil přeshraniční oblasti Litva-Lotyšsko
- Příloha 7 PDF profil přeshraniční oblasti Česko-Rakousko
- Příloha 8 PDF profil přeshraniční oblasti Itálie-Slovensko
- Příloha 9 PDF profil přeshraniční oblasti Německo-Rakousko
- Příloha 10 PDF profil přeshraniční oblasti Německo-Nizozemsko
- Příloha 11 PDF profil přeshraniční oblasti Estonsko-Lotyšsko
- Příloha 12 PDF profil přeshraniční oblasti Rakousko-Slovensko
- Příloha 13 PDF profil přeshraniční oblasti Německo-Švýcarsko
- Příloha 14 PDF profil přeshraniční oblasti Bulharsko-Řecko
- Příloha 15 Porovnání výsledků různých metod FCA v oblasti Česko-Rakousko
- Příloha 16 Cross-border Healthcare Accessibility Portal
- Příloha 17 Accessibility to healthcare services
- Příloha 18 Classification of cross-border regions
- Příloha 19 Regional fiches
- Příloha 20 Top quantile overlay
- Příloha 21 Cross-border regions of Czechia
- Příloha 22 Czechia: Multivariate clustering
- Příloha 23 Multivariate clustering box-plots s využitím všech vstupních atributů
- Příloha 24 Multivariate clustering box-plots s využitím vybraných vstupních atributů
- Příloha 25 Kvalitativní profil přeshraniční oblasti Česko-Německo
- Příloha 26 Kvalitativní profil přeshraniční oblasti Česko-Rakousko
- Příloha 27 Kvalitativní profil přeshraniční oblasti Česko-Slovensko
- Příloha 28 Kvalitativní profil přeshraniční oblasti Česko-Polsko
- Příloha 29 Poster diplomové práce
- Příloha 30 Web diplomové práce

Příloha 1 Klasifikace přeshraničních oblastí podle dostupnosti nemocnic

Tercil	Medián - všechny čtverce	Medián - osídlené čtverce
1. TERCIL	LVxEE	FIxNO
	LTxLV	LVxEE
	CHxLI	LTxLV
	DExCH	FIxSE
	DExFR	CHxLI
	CZxDE	ATxCH
	FRxCH	ATxLI
	BExLU	ESxFR
	BExDE	CZxDE
	CZxPL	DExCH
	ATxDE	FRxCH
	ATxLI	ATxDE
	BExFR	DExFR
	ATxHU	CZxPL
2. TERCIL	DExPL	DExPL
	ATxCH	BExFR
	CZxSK	BExLU
	DExLU	BExDE
	CZxAT	ATxHU
	BExNL	CZxSK
	HUxSK	DExLU
	DExNL	CHxIT
	ATxSK	FRxIT
	FRxLU	HUxSK
	DExDK	CZxAT
	HRxHU	BExNL
	HUxRO	DExNL
	HRxSI	ATxSK
	CHxIT	FRxLU
3. TERCIL	SKxPL	SKxPL
	ATxSI	HRxSI
	ESxFR	ATxIT
	BGxRO	HUxRO
	FRxIT	DExDK
	ITxSI	ATxSI
	LTxPL	HRxHU
	ATxIT	BGxRO
	HUxSI	BGxEL
	DKxSE	ITxSI
	BGxEL	HUxSI
	ESxPT	LTxPL
	FIxNO	ESxPT
	FIxSE	DKxSE
	NOxSE	NOxSE

Zůstává ve stejném tercilu	
Pád o jeden tercil dolů	
Pád o dva tercily dolů	
Vzestup o jeden tercil nahoru	
Vzestup o dva tercily nahoru	

Příloha 2 Klasifikace přeshraničních oblastí podle dostupnosti ordinací lékařů

Tercil	Medián - všechny čtverce	Medián - osídlené čtverce
1. TERCIL	ATxDE	ATxHU
	HUxSI	ATxDE
	ATxHU	CZxAT
	CZxDE	HUxSI
	CZxAT	CZxDE
	ESxFR	ATxSI
	ATxSI	ESxFR
	ATxLI	ATxIT
	ATxSK	ATxLI
	ATxIT	ATxSK
	DExLU	HRxSI
	HRxSI	HRxHU
	ATxCH	DExLU
	BExDE	ATxCH
2. TERCIL	HRxHU	BExDE
	DExCH	DExPL
	DExFR	DExCH
	DExPL	DExFR
	DExDK	NOxSE
	DExNL	DExDK
	HUxSK	CHxLI
	CHxLI	DExNL
	CZxPL	HUxSK
	BExLU	CZxPL
	ESxPT	BExLU
	DKxSE	DKxSE
	CZxSK	FRxLU
	FRxLU	CZxSK
	BExFR	SKxPL
3. TERCIL	BExNL	BExNL
	FRxIT	BExFR
	FRxCH	FRxIT
	HUxRO	FRxCH
	SKxPL	HUxRO
	ITxSI	ESxPT
	LTxPL	ITxSI
	LVxEE	LVxEE
	CHxIT	LTxPL
	LTxLV	CHxIT
	BGxEL	LTxLV
	BGxRO	BGxEL
	FIxNO	FIxSE
	FIxSE	BGxRO
	NOxSE	FIxNO

Zůstává ve stejném tercilu	
Pád o jeden tercil dolů	
Pád o dva tercily dolů	
Vzestup o jeden tercil nahoru	
Vzestup o dva tercily nahoru	

Příloha 3 Klasifikace přeshraničních oblastí podle dostupnosti lékáren

Tercil	Medián - všechny čtverce	Medián - osídlené čtverce
1. TERCIL	BExLU	ATxSK
	ATxSK	BExLU
	BExDE	HUxSI
	HUxSI	BExDE
	DExLU	DExLU
	CZxSK	CZxSK
	FRxLU	FRxLU
	ITxSI	ITxSI
	ATxLI	ATxLI
	ATxHU	ATxCH
	FRxIT	SKxPL
	ATxCH	FRxIT
	SKxPL	ATxHU
	BExFR	BExFR
2. TERCIL	BExNL	CHxLI
	CHxIT	BExNL
	CHxLI	ATxIT
	CZxAT	ATxSI
	ESxFR	CZxPL
	ATxSI	DExFR
	DExCH	CHxIT
	CZxPL	ESxFR
	DExFR	DExCH
	ATxIT	HUxSK
	HUxSK	CZxAT
	ESxPT	FRxCH
	FRxCH	ESxPT
	ATxDE	HRxSI
	LVxEE	LVxEE
3. TERCIL	CZxDE	ATxDE
	HRxSI	CZxDE
	DExPL	DExPL
	HRxHU	HRxHU
	LTxPL	LTxPL
	HUxRO	HUxRO
	LTxLV	LTxLV
	DExNL	DExNL
	DExDK	DExDK
	DKxSE	FlxSE
	BGxEL	NOxSE
	BGxRO	DKxSE
	FlxSE	BGxEL
	FlxNO	BGxRO
	NOxSE	FlxNO

Zůstává ve stejném tercilu	
Pád o jeden tercil dolů	
Pád o dva tercily dolů	
Vzestup o jeden tercil nahoru	
Vzestup o dva tercily nahoru	