

UNIVERZITA PARDUBICE

Dopravní fakulta Jana Pernera

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2024

Martin Laš

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Veřejná doprava na hranicích krajů  
Bakalářská práce

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2023/2024

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Martin Laš**  
Osobní číslo: **D21169**  
Studijní program: **B1041A040002 Technologie a management v dopravě**  
Specializace: **Technologie a řízení dopravy**  
Téma práce: **Veřejná doprava na hranicích krajů**  
Zadávající katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

## Zásady pro vypracování

Úvod  
1. Návrh metodiky posuzování  
2. Posouzení mezikrajských vazeb  
3. Identifikace problematických míst  
4. Vyhodnocení  
Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **30-40**  
Rozsah grafických prací: **3-4**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:  
dle pokynů vedoucí/ho práce

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Josef Bulíček, Ph.D.**  
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **3. února 2024**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **13. května 2024**

L.S.

---

**doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.**  
děkan

---

**doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 2. února 2024

Prohlašuji:

Práci s názvem Veřejná doprava na hranicích krajů jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 10. 5. 2024

Martin Laš v.r.

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych poděkoval doc. Ing. Josefu Bulíčkoví, Ph.D. za odborné rady a podněty, které mi pomohly při tvorbě této práce. Velmi si cením také ochoty, se kterou k vedení práce přistupoval. Můj dík patří i mé rodině a blízkým za jejich podporu během celého studia.

## **ANOTACE**

Tato práce se zabývá návrhem metodiky pro posuzování úrovně nabídky veřejné dopravy v mezikrajských relacích s ohledem na směřování přepravních proudů. Metodika zahrnuje postup pro identifikaci oblastí s nesouladem mezi přepravní poptávkou a nabídkou veřejné dopravy. Součástí je také formulace kritérií pro hodnocení dopravní obslužnosti v periferních oblastech samosprávných krajů.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

dopravní obslužnost, mezikrajská mobilita, veřejná doprava, přepravní proudy

## **TITLE**

Public transport on the borders of regions

## **ANNOTATION**

This thesis deals with the design of a methodology for assessing the level of public transport supply in interregional routes with regard to the direction of traffic flows. The methodology includes a procedure for identifying areas with a disparity between transport demand and public transport supply. It also includes the formulation of criteria for evaluating the level of transport services in peripheral areas of regions.

## **KEYWORDS**

public transport accessibility, interregional mobility, public transport, traffic flows

# OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ .....	10
SEZNAM TABULEK .....	11
SEZNAM ZKRATEK .....	12
ÚVOD .....	13
1 Principy dopravní obslužnosti .....	14
1.1 Dopravní obslužnost .....	14
1.2 Zajištění dopravní obslužnosti podle typu územního celku.....	14
1.3 Integrované dopravní systémy .....	16
1.4 Problematika obslužnosti na hranicích krajů .....	16
1.5 Dopravní dostupnost (akcesibilita) .....	20
1.6 Přepravní proudy v přepravní poptávce .....	21
1.7 Poptávka v osobní dopravě .....	21
2 Metodika sběru a zpracovávání dat .....	24
2.1 Selektce analyzovaného vzorku .....	24
2.2 Sběr dat o jízdních dobách .....	27
3 Posouzení mezikrajských vazeb .....	35
3.1 Design databáze .....	35
3.2 Globální ukazatele pro jednotlivé kraje .....	37
3.3 Kvalita dopravní obslužnosti periferních oblastí jednotlivých krajů.....	38
3.4 Ukazatele pro dvojice krajů .....	43
3.5 Prostupnost krajských hranic ve vybraných oblastech .....	47
4 Kritická místa.....	52
5 Interpretace zjištěných výsledků.....	59
5.1 Vliv metodologie na zjištěné ukazatele .....	59
5.2 Ukazatele mezikrajských spojení.....	60
5.3 Příklad aplikace metodiky .....	60



5.4	Rozšiřitelnost navrženého řešení .....	61
ZÁVĚR .....		62
POUŽITÁ LITERATURA .....		64

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Obalové zóny krajů .....	25
Obrázek 2: Vizualizace postupu výběru obcí .....	26
Obrázek 3: Časová náročnost jízdy automobilem z definičního bodu obce.....	28
Obrázek 4: Výstupní soubor programu.....	31
Obrázek 5: Způsob vyhledávání systémem CRWS.....	32
Obrázek 6: Počet sledovaných proudů v jednotlivých krajích .....	37
Obrázek 7: Graf agregovaného koeficientu jízdních dob podle krajů .....	40
Obrázek 8: Graf poměru jízdních dob v závislosti na intenzitě přepravního proudu .....	41
Obrázek 9: Graf váženého agregovaného koeficientu jízdních dob podle krajů .....	42
Obrázek 10: Graf vzájemné propojenosti dvojic krajů .....	44
Obrázek 11: Obslužnost na hranicích Zlínského a Moravskoslezského kraje.....	45
Obrázek 12: Obslužnost na hranicích Královéhradeckého a Pardubického kraje .....	46
Obrázek 13: Obslužnost na hranicích Karlovarského a Plzeňského kraje.....	47
Obrázek 14: Průchod přepravních proudů krajskými hranicemi .....	48
Obrázek 15: Mezikrajská spojení – Mladoboleslavsko .....	50
Obrázek 16: Mezikrajská spojení – Čtyřmezí.....	51
Obrázek 17: Graf průměrného koeficientu poměru podle doby přesunu IAD .....	52
Obrázek 18: Graf koeficientu poměru jízdních dob v závislosti na době přesunu IAD .....	53
Obrázek 19: Graf funkce optima a kritická funkce.....	55
Obrázek 20: Graf podílu neoptimálních spojení podle krajů.....	57
Obrázek 21: Graf podílu kritických spojení podle krajů .....	57

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Přirážky k jízdám VHD .....	33
Tabulka 2: Přirážky k jízdám IAD .....	34
Tabulka 3: Návrhové hodnoty pro určení kritických míst .....	54
Tabulka 4: Vybrané hodnoty funkcí optima a kritické funkce .....	56

## **SEZNAM ZKRATEK**

ČSÚ	– Český statistický úřad
DÚK	– Doprava Ústeckého kraje
GIS	– Geografický informační systém
IAD	– Individuální automobilová doprava
IDOK	– Integrovaný dopravní systém Karlovarského kraje
IDOL	– Integrovaný dopravní systém Libereckého kraje
IDPK	– Integrovaná doprava Plzeňského kraje
IDS	– Integrovaný dopravní systém
IDS JMK	– Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje
IDSOK	– Integrovaný dopravní systém Olomouckého kraje
IDZK	– Integrovaná doprava Zlínského kraje
IREDO	– Integrovaná regionální doprava Královohradeckého a Pardubického kraje
MHD	– Městská hromadná doprava
ODIS	– Integrovaný dopravní systém Moravskoslezského kraje
ODORAK	– Svazek obcí okresu Rakovník pro zajištění dopravní obslužnosti
ORS	– Open Route Service
PID	– Pražská integrovaná doprava
RÚIAN	– Registr územní identifikace, adres a nemovitostí
SLBD	– Sčítání lidu, domů a bytů
VDV	– Veřejná doprava Vysočiny
VHD	– Veřejná hromadná doprava
VÚSC	– Vyšší územní samosprávné celky

## ÚVOD

Současný systém organizace veřejné dopravy v České republice je do značné míry segmentovaný. Důvodem je rozdělení odpovědnosti za objednávání a organizaci veřejné hromadné dopravy v regionech mezi samosprávné kraje. Tyto administrativní celky vytvářejí integrované dopravní systémy primárně za účelem obslužení svého území. Důsledkem je styk různých přístupů objednavatelů veřejné dopravy na hranicích krajů. Tento stav může vytvářet bariérový efekt v prostupnosti periferních oblastí v mezikrajských cestách veřejnou dopravou.

**Cílem této práce je navrhnout metodiku posuzování úrovně nabídky veřejné dopravy v mezikrajských relacích s ohledem na směřování přepravních proudů.** Podstatou je identifikace míst, kde potenciálně dochází k nesouladu přepravní poptávky a nabídky veřejné dopravy. Dalším výstupem je databáze, kterou je možné statisticky porovnávat nebo v ní provádět analýzu na základě geografických údajů v programech geografického informačního systému.

Práce přibližuje principy dopravní obslužnosti a jejich potenciální dopady na mezikrajskou mobilitu. Shrnuty jsou také základní metody měření dopravní dostupnosti a faktory vzniku přepravní poptávky ve veřejné dopravě. Metodologická část obsahuje návrh parametrů pro výběr relevantních vstupů k analýze mezikrajské dopravní nabídky. Vytvořen je také postup získávání dat, jehož součástí je tvorba programu pro automatický sběr dat z jízdních řádů veřejné dopravy. V práci je také popsán proces získávání dat o individuální automobilové dopravě a přepravních proudech. Z těchto údajů je následně vytvořena geografická databáze.

Dále je v práci popsán proces zpracování dat a navržena kritéria pro hodnocení dopravní obslužnosti v periferních oblastech samosprávných krajů. Metrika posuzování je vytvořena pro globální porovnání na základě souhrnných ukazatelů úrovně obslužnosti pro kraje a dvojice sousedních krajů. Součástí řešení je také návrh metodiky pro identifikaci potenciálně problematických míst v celém řešeném území. Práce také obsahuje příklady využití dat a návod na interpretaci výsledků.

# 1 PRINCIPY DOPRAVNÍ OBSLUŽNOSTI

V České republice je odpovědnost za dopravní obslužnost distribuována do několika úrovní. Na regionální úrovni je za ni odpovědná samospráva krajů, která organizuje dopravu ve svém správním obvodu. Kraje za tímto účelem vytvářejí integrované dopravní systémy (IDS). Cílem je vytvořit systém veřejné hromadné dopravy (VHD), který dokáže uspokojit přepravní poptávku. Tento způsob organizace má vliv na stav meziregionální mobility. V periferních oblastech krajů dochází ke kontaktu jednotlivých IDS. Přítomnost administrativní hranice tak může mít vliv na kvalitu dopravní nabídky v blízkých oblastech. Před návrhem analýzy mezikrajských spojení je nutné pochopit, jaké možnosti jsou k dispozici pro zabezpečení spolupráce v oblasti zajišťování veřejné dopravy.

## 1.1 Dopravní obslužnost

Zajištění adekvátního dopravního spojení mezi místy zájmu v obvodu obcí, v rámci kraje nebo státu je podmíněno zákonem o veřejných službách v přepravě cestujících a o změně dalších zákonů. (1) Jako přiměřený rozsah dopravního spojení se považuje zabezpečení dopravy po všechny dny v týdnu s ohledem na očekávanou intenzitu dopravy. Spojení je zajištěno směrem do míst zájmu a zpět v odpovídajících časech. Zákon explicitně zmiňuje následující lokality: školy a školská zařízení, orgány veřejné moci, zaměstnání, zdravotnická zařízení poskytující základní zdravotní péči a dále kulturní nebo rekreační oblasti a místa, kde dochází k naplnění společenských potřeb. Struktura spojení reflektuje hranice administrativních celků – obvodů s rozšířenou působností nebo krajů, kdy je primárně zajištěna dopravní obslužnost ze spádových oblastí směrem do správních a funkčních středisek v rámci těchto jednotek. Hranice územních celků spádovost reflektují, nelze však vždy exaktně rozdělit všechny územně funkční vztahy, tedy ani přepravní, jednou linií.

## 1.2 Zajištění dopravní obslužnosti podle typu územního celku

V České republice je dopravní obslužnost zajišťována různými úrovněmi samosprávy podle typu územní jednotky. Na nejnižší úrovni jsou řešeny konexe na území obce a v jejím blízkém okolí. V této hladině existují dva přístupy zajištění obslužnosti. Postup souvisí s populační velikostí obce a rozsahem městské hromadné dopravy (MHD).

Ve městech s nižším rozsahem hromadné dopravy je při integraci možný přechod na systém obslužení linkami příměstské dopravy, přičemž dochází k zrušení MHD (2). Toto opatření může v některých případech vést k lokálnímu snížení dopravní nabídky, benefitem je větší provázanost systému s okolím. Postup objednavatelů je ale různý, například

ve městech Litomyšl nebo Jičín je městská hromadná doprava provozována v souběhu s příměstskými linkami. (21) Město Kopřivnice na základě občanské iniciativy zkoumalo možnosti zavedení MHD. Na základě výstupů z průzkumu však zvolilo postup posilování příměstských linek.

Pro velká města je vhodným řešením formální zapojení MHD do IDS. Městská doprava je zachována při snaze o co nejtěsnější přiblížení tarifních podmínek. Překážkou integrace může být zapojování souběžných úseků MHD a IDS nebo linky prostupující administrativními hranicemi města. Zatímco linky provozované městem obvykle uspokojují potřebu mobility obyvatel na malé ploše při vysoké intenzitě přepravených osob, regionální linky spíše plní povinnost zajištění dopravního spojení co největšího území.

Zabezpečení regionální veřejné dopravy je zákonnou povinností samosprávných krajů, které zajišťují dopravní obslužnost ve svém územním obvodu (1). Zákon dále ukládá kraji povinnost tvorby plánů dopravní obslužnosti, které navazují na časové a místní vedení páteřních spojů železniční osobní dopravy. Nad rámec zákonné povinnosti některé kraje realizují přesahy do sousedních krajů nebo států. Pro zajištění dopravní obslužnosti mohou kraje také kooperovat s obcemi ve svém obvodu, ty tak mohou uplatňovat specifické požadavky na zajištění dopravy. Mohou se například podílet na financování zvýšeného počtu spojů nebo zavádění nových linek.

Stát odpovídá za dopravní obslužnost veřejnými službami v přepravě cestujících nadregionálního a mezinárodního významu. (2) Tato povinnost se vztahuje zejména na přepravu veřejnou drážní osobní dopravou. Zajištění provozu v sobě zahrnuje nutnost zabezpečit dopravní obslužnost nadregionálního významu a také povinnost vytvářet prostředí, které vede ke vzájemné spolupráci nižších samosprávných celků, což je základním předpokladem pro meziregionální integraci. Všechny tyto kompetence státu jsou organizovány prostřednictvím Ministerstva dopravy.

Zákon sice stanovuje základní právní rámec pro zabezpečování dopravy, jakým způsobem a v jakém objemu má být doprava zajišťována, ale přímo nezmiňuje. Princip dělené odpovědnosti podle úrovně administrativního celku se odráží ve struktuře linkového vedení. V místech, kde se setkávají systémy zajišťované dvěma nebo více různými objednateli dochází k lomu. Neexistuje přitom jednotný postup, jak v těchto situacích postupovat, jednotlivé systémy uplatňují různé přístupy, což vede k roztříštěnosti systému. (2)(3)(4)(5)

### **1.3 Integrované dopravní systémy**

Účelem IDS je koordinace více druhů veřejné osobní dopravy, které mohou být provozované několika dopravci (2). Principem fungování je spolupráce dopravců, poskytujících městskou, veřejnou linkovou nebo železniční regionální, v některých případech také dálkovou, dopravu, a na druhé straně objednatelů dopravy – obcí, měst, krajů. Prostředníkem mezi těmito dvěma subjekty je organizátor veřejné dopravy. Výstupem struktury je vytvoření dopravně organizovaného systému přinášejícího benefity objednatelům, dopravcům a cestujícím. Výsledkem fungování systémů je dopravní integrace, sjednocení ekonomiky provozu a integrace tarifu. Krajské integrované dopravní systémy tarifně pokrývají i vlakové spoje nadregionálního významu kategorie R a také vybrané spoje vyšších kategorií zejména ve večerních hodinách. K první polovině roku 2024 je například v Pardubickém kraji integrován spoj IC 577 Metropol systémem IREDO, v Olomouckém a Zlínském kraji pak IC 521 Valašský expres systémy Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje (IDSOK) a Integrovaná doprava Zlínského kraje (IDZK). Některé kraje také přebírají odpovědnost v oblasti zajišťování nadregionálních vlakových spojů a objednávají rychlíkové spoje. Například Plzeňský kraj na trati 170 a 190 nebo Královéhradecký kraj na trati 032. Integrace poskytuje cestujícím širší možnosti volby spojů. V České republice je na úrovni zajišťování krajské dopravní obslužnosti provozováno 12 integrovaných dopravních systémů s různou mírou pokrytí. (2)

Přesto, že jsou kompetence pro objednání dopravy rozděleny mezi jednotlivé úrovně samosprávy, v praxi dochází k jejich prolínání. To je dáno snahou o nalezení racionálních dopravních řešení, která odpovídají potřebám cestujících na úkor dodržování striktního pole působnosti na základě administrativního členění. Stále však existuje v některých oblastech prostor pro identifikaci míst, kde by spolupráce v oblasti dopravní obslužnosti mohla být prohloubena. Samotné prolínání kompetencí v oblasti dopravy je pozitivním vývojem, který může vést ke vzniku efektivnějšího dopravního systému. Je však nutné, aby existovaly mechanismy, které odstraňují konflikty, vznikající při zavádění řešení. Z pohledu cestujícího je však zahušťování sítě veřejné dopravy jednoznačně přínosné.

### **1.4 Problematika obslužnosti na hranicích krajů**

Vzhledem ke způsobu, jakým je dopravní obslužnost zajišťována, dochází na území České republiky k segmentaci systémů veřejné dopravy podle objednatelů, kteří ji zajišťují. Na rozhraních krajů, které jsou často hranicemi IDS, dochází k lomu ve vedení linek veřejné dopravy a často také ke změně přepravních podmínek. Výjimkou je rozhraní Pardubického



a Královéhradeckého kraje, kde je oběma kraji provozován jeden dopravní systém. Ještě užší provázanost lze pozorovat v systému Pražské integrované dopravy (PID), která pokrývá oblast Hlavního města Prahy a Středočeského kraje. Praha plní funkci centra Středočeského kraje, linky veřejné dopravy jsou tak směřovány radiálně do hlavního města a hranici prostupují bez změny dopravního nebo tarifního uspořádání. V ostatních případech je napojení systémů omezenější. Tento fakt se projevuje v periferních oblastech, kde může administrativní hranice kraje působit jako bariéra prostupnosti do sousedního regionu. Okrajové části ale mohou disponovat nižší akcestibilitou i v rámci kraje, kde se nacházejí. Nedostatečné dopravní spojení veřejnou dopravou negativně ovlivňuje migrační saldo. Dobře dostupné oblasti s rozvinutou sítí veřejné dopravy jsou pro potenciální obyvatele atraktivnější. Velikost migračního salda, tedy rozdílu mezi přistěhovanými a odstěhovanými, je nezanedbatelným parametrem podnikatelské aktivity v regionech. Dobře dostupné oblasti s rozvinutou sítí veřejné dopravy jsou atraktivnější pro firmy, které hledají nové lokality pro své podnikání. To vede k tvorbě nových pracovních míst a růstu ekonomiky. Poskytování kvalitních dopravních služeb v těchto oblastech tak podporuje ekonomický rozvoj. (5)

Stav v tuzemsku lze porovnat se situací v okolních zemích. V Německu je doprava na regionální úrovni zabezpečována spolkovými zeměmi, které jsou rozlohou i populací větší než kraje v ČR. Organizace dopravy je sice dále distribuována do nižších úrovní samospráv, zastřešující systém je však jednotný a pokrývá větší plochu. V Rakousku, kde je regionální doprava zajišťována spolkovými zeměmi, které mají podobnou velikost jako kraje v České republice, je vytvořený právní rámec na úrovni státu, který garantuje tarifní harmonizaci v celé zemi. Výsledkem je systém jedné jízdenky tzv. Klimaticket, který je možné použít na všechny druhy veřejné dopravy objednávané z veřejného rozpočtu.

V Českém prostředí v současnosti existuje jednotný tarif pouze na železnici ve formě jízdenky OneTicket (26). Tento projekt byl uveden, aby bylo sjednoceno tarifní prostředí po liberalizaci trhu železničních dopravců. Jedná o pozitivní krok směrem k větší provázanosti systému veřejné dopravy, projekt však pokrývá jednoúčelově pouze tarifní odbavení v jednom druhu veřejné dopravy. Výpočet ceny podle tohoto tarifu navíc v aktuální podobě nekoresponduje s cenotvorbou integrovaných dopravních systémů. OneTicket je ve většině případů dražší alternativou ostatním cestovním dokladům. Nesoulad nastává také při prodeji, kdy dopravci upřednostňují prodej vlastních jízdenek.

### **1.4.1 Mezikrajská veřejná doprava**

Penetrace bariérového efektu hranic integrovaných dopravních systémů je řešena přesahy linek, kdy dochází k překryvům obsluhovaných území. Krátké přesahy jsou řešeny zavlečením linek na území sousedního regionu. (2) Za provoz linky je odpovědný objednavatel, v jehož zájmu je takovouto linku provozovat, ten ji také inkorporuje do svého dopravního plánu. Toto řešení reaguje zejména na lokální přepravní vztahy, kdy se v blízkosti hranice kraje nachází zdroj nebo destinace přepravního proudu.

Druhým typem jsou linky s dlouhými přesahy, které uspokojují přepravní poptávku dvou nebo více sousedních regionů a obvykle zajišťují spojení větších obcí a měst. U těchto linek je obvyklé lomení tarifních podmínek na hranicích kraje. Tato varianta nejčastěji nastává v drážní dopravě, kdy kraje integrují meziregionální spoje. Na železnici také obvykle dochází k větším územním průnikům tarifních podmínek. Příkladem je integrace vlakových linek systémem PID do Turnova, nebo v opačném směru do Mladé Boleslavi systémem IDOL. V případě autobusových linek většinou dochází k lomu tarifních podmínek mezi hraničními zastávkami dvou krajů. V poslední době však lze pozorovat snahu některých dopravních systémů realizovat překryvy tarifů i zde.

V současnosti není vytvořen jednotný rámec pro realizaci přesahů, podoba napojení sousedních systémů závisí na postupu jednotlivých IDS. Míra vzájemné integrace dopravních systémů se mezi jednotlivými kraji liší. Hranice krajů se tak promítají do struktury linkového vedení. Složitost systému je prohloubena nesoulady v rámci jednoho systému. Podmínky uznávání tarifu se vztahují k jednotlivým spojům. Například jízdní doklady IREDO jsou na trati 231 v úseku Kolín až Nymburk, hl. n. uznávány pouze ve vlacích Českých drah. Tarifní příslušnost navíc neznamená, že je časové i místní vedení spoje přizpůsobeno oběma integrujícím systémům.

### **1.4.2 Projekt Čtyřmezi**

Jedním z nejnovějších kroků k odbourání vlivu administrativních hranic je projekt Čtyřmezi (7), který je řešením dopravní obslužnosti na rozhraní Středočeského, Karlovarského, Ústeckého a Plzeňského kraje. V iniciativě jsou zapojeny všechny subjekty organizující dopravu v jednotlivých krajích a Svazek obcí okresu Rakovník pro zajištění dopravní obslužnosti (ODORAK). Cílem projektu je propojení měst a obcí ve stykových oblastech integrovaných systémů. Propojení zahrnuje zajištění garantovaných přestupů a větší tarifní

provázanost, která se projevuje v hlubších přesazích a vzájemném uznávání jízdenek. Na druhé straně je také snahou odstranit duplicitně vedené linky a spoje.

Konkrétním krokem, realizovaným k datu celostátní změny jízdního řádu 10. prosince 2023, je posílení vlaků směrem z Lounska a Žatecka do Rakovníka. Úprava jízdních řádů se dotýká i autobusových spojů, kde je zavedeno spojení Kadaně a Podbořan v Ústeckém kraji a Prahy, nebo přímé linky z Karlových Varů do hlavního města, která překračuje hranice čtyř krajů. Dalším posílením je zvýšení počtu spojů na trati mezi Rakovníkem a Blatnem u Jesenice, tímto směrem je zajištěno spojení Rakovnicka s tratí 160, kde jsou provozovány rychlíky z Mostu do Plzně. Současně dochází ke zrušení souběžných autobusových linek.

Největším tarifním přesahem v této oblasti disponuje systém PID (6), na jehož jízdenku se může cestující dopravit na vybraných linkách do Karlových Varů nebo Kralovic a dále do Plzeňského kraje. Na sever do Ústeckého kraje je tarif aplikován na více spojů, ve směrech na Podbořany, Žatec a mimo tento projekt také na Louny a Litoměřice. Doprava Ústeckého kraje (DÚK) tarifně integruje linku do Karlových Varů, Rakovnicko, Boží Dar a linky směřující do Slaného, Kralup nad Vltavou a Mělníku. Drobné přesahy existují i do Libereckého kraje. Integrovaná doprava Plzeňského kraje (IDPK) pokrývá nad rámec Plzeňského kraje také oblast Jesenice a Rakovníku mimo projekt Čtyřmezí i několik oblastí v Karlovarském a Ústeckém kraji. IDOK omezeně zasahuje do území Středočeského a Ústeckého kraje. (7)(8)

### **1.4.3 Ostatní přesahy integrovaných systémů**

PID tarifně pokrývá i jiné části okolních IDS. Přesah je výrazný zejména v severním, severovýchodním a východním směru, kde jsou integrovány skupiny autobusových linek na území Libereckého, Královéhradeckého, Pardubického kraje a Kraje Vysočina. Omezeně je možné tarifní odbavení PID i v okrajových částech na severu Jihočeského kraje. Výraznější výběžky jsou patrné v případě železniční dopravy – linky S a R do systému IDOL, linky S a V do IREDO, linky S do VDV, IDS JMK a IDPK.

IDPK vybíhá do Karlovarského kraje, jednotky linek jsou pak integrovány ve Středočeském a Jihočeském kraji. IDOK přesahuje hranice kraje mimo projekt Čtyřmezí jen minimálně. DÚK zasahuje nejvýrazněji do systému PID a krátkými přesahy do Libereckého kraje. IDOL také integruje sever Středočeského kraje, do Ústeckého kraje přesahují jednotky linek, Královéhradecký kraj je systémem IDOL pokryt pouze krátkými přesahy. Tarif IREDO je možné využít ve Středočeském kraji při mezikrajských cestách na vybraných tratích v oblasti Nymburska, Kolínska nebo Mladoboleslavska. Integrovaná je také část Libereckého kraje,

do ostatních krajů zasahuje systém pouze krátkými přesahy. IREDO navíc pokrývá jednotky spojů v příhraniční oblasti v Polsku. Oblast v blízkosti obcí Slupiec, Nowa Ruda a Tlumaczów je navíc dělena do více tarifních zón. VDV integruje jednotky krátkých přesahů, na železnici jsou přesahy delší, zajímavostí je uznávání tarifu VDV na vybraných autobusových spojích směrem do Brna. Integrovaný systém Jihočeského kraje pokrývá pouze blízké okolí Českých Budějovic, žádné tarifní průniky s jinými IDS tedy neexistují. IDSOK pokrývá krátkými přesahy blízké periferní oblasti všech sousedních krajů, větší průnik je na hranici s Pardubickým krajem. V systému Integrovaný dopravní systém Moravskoslezského kraje (ODIS) se vyskytují do obou sousedních krajů pouze krátké přesahy. Tarif IDZK lze využít v příhraničních oblastech Moravskoslezského kraje, směrem do Jihomoravského kraje je průnik realizován na krátkém úseku železnice. Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje (IDS JMK) tarifně zasahuje na území sousedních krajů delšími přesahy hlavně na železnici, kde jsou provozovány linky S Jihomoravského kraje. Tyto linky také přesahují na Slovensko, kam zajíždí spoje linky S91, a do Rakouska – linka S82. Kromě vlakového spojení je možné využít tarif IDS JMK v těchto sousedních zemích i na vybraných autobusových linkách, které tento systém organizuje. Integrace autobusových linek je řešena krátkými přesahy nejčastěji na území Kraje Vysočiny. Spoje, které navazují na linky S, jsou integrovány do větší vzdálenosti (6).

## **1.5 Dopravní dostupnost (akcesibilita)**

Dopravní dostupnost vyjadřuje podmínky, za kterých je cestující schopen se přemístit z výchozí pozice do cílové destinace. Její míra se odvíjí od velikosti úsilí, které musí cestující vykonat, aby se přesunul. Do proměnné se zahrnuje také prostorový kontext – vzdálenost, kterou je nutné překonat, a v návaznosti na ni také čas strávený cestou. Dalšími náklady mohou být přepravné nebo cena spotřebovaných pohonných hmot, frekvence spojů nebo subjektivní ukazatele kvality – čistota, pohodlí, image dopravního podniku atp. (9)

### **1.5.1 Měření dopravní dostupnosti metodou optimální časové lhůty**

Čas je z pohledu cestujících nejvýznamnějším nákladem při výběru způsobu přepravy. Cílem je tento náklad minimalizovat, a tedy volit časově úspornější varianty přemístění (9). Doba strávená přesunem, kromě samotné jízdy dopravním prostředkem, zahrnuje přesun do místa nástupu – chůze na zastávku nebo k automobilu, a také chůzi z místa opuštění posledního dopravního prostředku do cíle cesty. Problematika přesunu na začátku a konci cesty se je známá pod pojmem first/last mile problem – problém první/poslední míle. Ve veřejné dopravě se do sumy časů dále přičítá čekání na příjezd prvního dopravního prostředku

ze spojení nebo čekání na návazný spoj při přestupu. Doba čekání se u dopravních systémů s vysokou frekvencí spojů odvozuje jako poměrná část intervalu mezi po sobě následujícími spoji, pro systémy s nízkou frekvencí je třeba přírůžku určovat s ohledem na strukturu jízdního řádu.

### **1.5.2 Měření dopravní dostupnosti metodou hodnocení místní dosažitelnosti**

Míru akcestibility lze vyjádřit také sledováním počtu a vzdálenosti míst, kterých je možné dosáhnout za určitý časový úsek. Hodnotit je možné vyjížďkový směr, kdy je stanoven čas a fixní vyjížďková oblast a následně jsou sledovány časy příjezdu do všech dostupných destinací. Opačným způsobem je možné měřit dojížďku do fixního bodu ve stanoveném čase, přičemž se sledují časy odjezdů z okolí. (9)

## **1.6 Přepravní proudy v přepravní poptávce**

Přepravní proudy v dopravě souhrnně vyjadřují pohyb elementů na dopravní síti, v tomto případě cestujících. Jednotlivé elementy tvořící proud mají společný zdroj a ústí. Ve veřejné osobní dopravě se za tyto body považují místa nástupu a výstupu cestujících – zastávky. Pro individuální automobilovou dopravu není možné kvůli nepředvídatelnosti chování cestujících místo počátku a konce cesty stanovit. V obou případech se v závislosti na rozlišovacím měřítku volí bod – uzel, jímž je zdrojový a destinační centroid. Centroid zastupuje svůj atrakční obvod, tj. zónu, která je v rámci obsluhovaného území homogenní, například pro data z Českého statistického úřadu je zónou území obce.

Data o směřování přepravních proudů – trip distribution se v tabulkové formě zaznamenávají do matice zdrojů a ústí – OD-matice (origin – destination matrix). Řádek  $i$  matice  $M$  reprezentuje zdroj, sloupec  $j$  pak ústí, prvek  $m_{ij}$  vyjadřuje intenzitu proudu.

## **1.7 Poptávka v osobní dopravě**

Poptávka v osobní dopravě vyjadřuje potřebu cestujících přemístit se z jednoho místa na druhé. Mezi hlavní příčiny vzniku dopravní poptávky lze zařadit dojíždění do zaměstnání nebo do škol, nebo cesty za nákupy nebo za účelem rekreace. Na opačné straně stojí objednatel, respektive dopravce, který svou nabídkou poptávku uspokojuje. Míru ani místní určení poptávky nelze jednoznačně absolutně stanovit, kvůli nepředvídatelnosti chování cestujících. Je tedy nutné ji do jisté míry odhadnout. Na přepravní poptávku lze nahlížet dvěma způsoby.

### **1.7.1 Apriorní poptávka**

Apriorní přepravní poptávka v osobní dopravě zastupuje potenciální přepravní proudy, které by vznikly, kdyby existovalo nákladově adekvátní spojení zdroje a destinace. Cestující se rozhoduje o využití veřejné hromadné nebo individuální automobilové dopravy na základě objektivních i subjektivních preferencí. (10) Mezi nejvýznamnější faktory ovlivňující vznik apriorní přepravní poptávky v individuální automobilové a veřejné hromadné dopravě patří socioekonomické nebo demografické faktory a geografická charakteristika území. Poptávku po jednotlivých druzích dopravy určují vzdálenost a doba přesunu mezi dvěma místy zájmu, dostupnost alternativních dopravních prostředků nebo finanční náklady spojené s cestou. (11) Například při kratších vzdálenostech přesunu ve venkovských oblastech cestující obecně inklinují k využití individuální automobilové dopravy (IAD) pro její větší flexibilitu a nižší časové ztráty. Pokud je ale nabídnuta dostatečně spolehlivá, frekventovaná a časově srovnatelná alternativa jízdy veřejnou dopravou, může u některých cestujících dojít ke změně dopravního chování. Důsledkem kombinace všech faktorů je přelévání cestujících mezi IAD a VHD, kdy je nedostatečná dopravní nabídka VHD kompenzována využíváním IAD nebo opačně. Může také nastat situace, kdy se cestující s ohledem na celkové vnímané náklady spojené s přesunem rozhodne necestovat vůbec.

### **1.7.2 Aposteriorní poptávka**

Aposteriorní přepravní poptávka je vyjádřením chování cestujících po využití dostupné dopravní nabídky. Tento typ poptávky je ve veřejné dopravě přizpůsoben aktuálnímu stavu linkového vedení, poloze zastávek vůči výchozí a cílové pozici, četnosti spojů a dalším faktorům. V IAD závisí na topologii silniční sítě, dostupnosti parkování nebo restriktivních a preferenčních opatřeních, kterými mohou být omezení vjezdu či jeho zpoplatnění. Faktorem redukce poptávky je také omezená průchodnost silniční sítě, která je zejména ve větších městech často omezena kongescemi, které prodlužují dobu jízdy. Ve VHD může být omezením také struktura linkového vedení nebo nutnost vazby na výstupní a nástupní uzly. Ekvivalentní limitace de facto existuje také při využití IAD, kde je v některých případech nutné parkovat na vyhrazeném místě. Naopak k indukci aposteriorní poptávky ve VHD lze přispět posilováním preferenčních opatření, která mohou kompenzovat limitace dané vazbou spojů na linkové vedení, jízdní řád, možnosti nástupu a výstupu pouze v zastávkách.

Údaje o aposteriorní poptávce ve veřejné dopravě lze získat analýzou dat z prodaných jízdních dokladů, nebo zařízení pro sledování vytíženosti dopravních prostředků. (12) Těmito způsoby je možné odvodit údaje o vytíženosti systému nebo spojů a linek. Dalším

způsobem sběru dat je dotazníkové šetření prováděné mezi cestujícími, kteří akceptovali nabídku veřejné dopravy. Získaná data je možné zpracovávat v dopravních modelech, ze kterých je možné po přiřazení cest – fáze traffic assignment, zjistit údaje o zdroji a destinaci cesty a trase, kterou cestující vykonávají. (13) Specifickým způsobem zjišťování aposteriorní přepravní poptávky je průzkum, který je součástí Sčítání lidu, domů a bytů (SLBD), kde obyvatelé vyplňují údaje o dojížděci. Tímto způsobem je možné v hrubé rozlišovací hladině odhalit periodické přesuny obyvatel. SLBD je jediným koherentním zdrojem informací o pohybech obyvatel s rozsahem pro celé území České republiky. Z tohoto důvodu je využít v této analýze. (14)

### **1.7.3 Apriorní a aposteriorní nabídka veřejné dopravy**

Někteří objednatelé veřejné hromadné dopravy zavádějí pojmy apriorní a aposteriorní nabídky. Apriorní nabídka vyjadřuje minimální standard dopravní obslužnosti. Ten garantuje dostupnost veřejné dopravy cestujícím hranicemi maximálních přípustných docházkových vzdáleností nebo hranicí minimálního počtu spojů. Aposteriorní nabídka pak vyjadřuje standart garantovaný objednatelem přizpůsobený reálnému počtu cestujících ve spojích veřejné dopravy. Za finanční spoluúčasti měst a obcí je možné dále zvyšovat rozsah dopravní obslužnosti nad rámec garantovaných standardů. (28)

## 2 METODIKA SBĚRU A ZPRACOVÁVÁNÍ DAT

Tato kapitola se zabývá metodikou sběru a zpracování dat pro provedení analýzy souladu nabídky veřejné dopravy a směřování dopravních proudů. Cílem je shromáždit a zpracovat data o jízdách v IAD a VHD v definovaném zájmovém území. Data budou následně použita k výpočtu dopravních ukazatelů, analýze dopravní dostupnosti v mezikrajských spojeních a k identifikaci oblastí s nesouladem mezi nabídkou a poptávkou po dopravě.

### 2.1 Selektce analyzovaného vzorku

Pro sestavení analýzy je nutné specifikovat řešenou oblast a metodiku na jejímž principu budou selektována vstupní data. Jednoznačný postup výběru souboru dat následně umožňuje objektivní srovnání ukazatelů vypočtených pro tyto prvky.

#### 2.1.1 Struktura dat o přepravních proudech

Vstupními údaji pro přepravní proudy jsou otevřená data ze SLBD poskytovaná Českým statistickým úřadem (ČSÚ) (15). Pro analýzu byla vybrána tabulka *dojížd'ka mezi obcemi, včetně denní dojížd'ky*. Ta obsahuje údaje o obci vyjížd'ky, dojížd'ky, jejich specifikátory a dále informace o intenzitě denní dojížd'ky. Podrobnější údaje o struktuře vyjížd'kových proudů ČSÚ na úrovni *obec-obec* pro denní dojížd'ku neposkytuje.

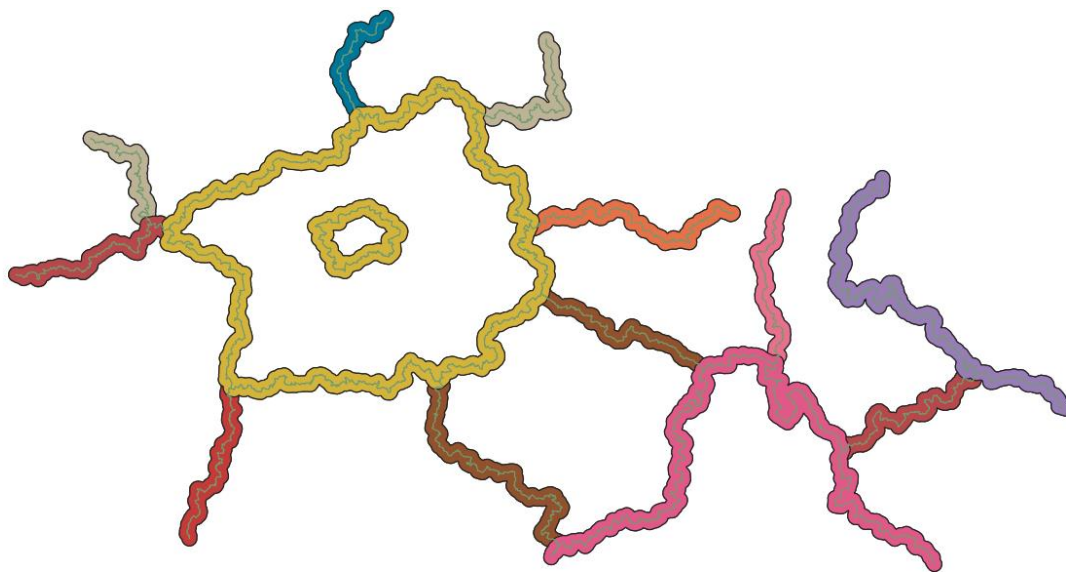
#### 2.1.2 Zájmové území

Pro sběr vstupních dat bylo nutné stanovit zájmovou oblast, ze které byly vybírány prvky pro následnou analýzu mezikrajských spojení. Jako referenční území bylo stanoveno pásmo kolem hranic samosprávných krajů o šířce 5 km. Velikost pásma představuje vyvážený kompromis mezi zachycením relevantních mezikrajských vazeb a velikostí zpracovávaného vzorku. Je však nutné zdůraznit, že tato šířka nemusí být optimální pro analýzu všech typů mezikrajských spojení. Obce nacházející se v těsné blízkosti stanoveného pásma mohou ovlivňovat situaci přepravní poptávky a nabídky v zájmovém území. Rozšířením obalové zóny by však do analýzy vstupovaly jádrové oblasti některých krajů.

Vstupními daty pro vymezení této oblasti byla data ze stahovací služby vektorových dat Českého zeměměřičského úřadu (16), který poskytuje objekty *Data:250 - Hranice kraje*. Podrobnost dat odpovídá měřítku mapy 1: 250 000, polohová přesnost objektů dosahuje maximální odchylky 125 m. Takové rozlišení je pro prostorovou analýzu, která je na vzorku prováděna, dostatečná. Velikost generovaných obalových zón hranic samosprávných krajů byla



stanovena na základě euklidovské vzdálenosti od uzlů mapové linie jako vnější oblast, rádius tedy zasahuje 2,5 km směrem dovnitř sousedících krajů. Situace je znázorněna na obrázku č. 1.



Obrázek 1: Obalové zóny krajů

Zdroj: autor, zdroj dat (16)

### 2.1.3 Výběr vstupních prvků – rozlišovací úroveň

Rozlišovací hladina analýzy mezikrajských dopravních spojení byla odvozena od podrobnosti údajů o směrování přepravních proudů poskytovaných ČSÚ, tedy na úroveň obcí. Výběr vzorku výjezdových obcí proběhl porovnáním polohy obcí s obalovou zónou. Podkladová data referenčních poloh, a doplňujících údajů, o obcích byla čerpána z databáze ArcČR (17) z vrstvy *ObecDefinicinBod*. Ta vychází z Registru územní identifikace adres a nemovitostí (RÚIAN) a z údajů ČSÚ.

Umístění obcí je v mapovém podkladu reprezentováno polohou definičního bodu, který se používá pro jednoznačnou identifikaci a georeferencování plošných objektů v databázi RÚIAN. Způsob umísťování definičního bodu není jednoznačně stanoven, splňuje však následující podmínky – umístění uvnitř katastrálního území a umístění v blízkosti těžiště obce. U rozsáhlejších a členitějších obcí je umístění stanoveno na základě polohy historického centra, hlavního náměstí, obecního úřadu, důležitého dopravního uzlu nebo dalších míst zájmu. (18)

### 2.1.4 Aplikace omezení zájmovým územím

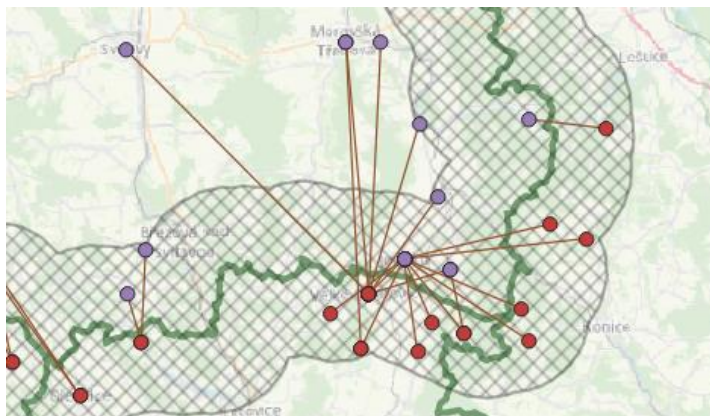
Ze vzorku všech obcí byly do analýzy pomocí programu QGIS (19) vybrány zdrojové obce přepravních proudů, pro které platí, že existuje průnik polohy jejich definičního bodu a plochy obalové zóny kraje. Obce, které do oblasti sledovaného rádiusu zasahují pouze

plochou katastrálního území, do vzorku zahrnuty nebyly. Vzhledem k různorodosti velikostí a tvarů jejich území by mohly být do analýzy zařazeny i takové obce, jejichž průnik se zájmovým územím je pouze okrajový a zastavěné území se nachází ve značné vzdálenosti od zájmového území. Dojezdové obce se musí nacházet v sousedním kraji, omezení rádiusem se jich netýká.

### 2.1.5 Sledované proudy

V analýze byly sledovány proudy, které vycházejí z obcí v zájmovém území okolo každého kraje, procházejí přes jeho hranice a ústí na jeho území. Situaci zachycuje obrázek č. 2, kde jsou červenými body znázorněny výchozí obce a fialově dojezdové, hnědé linie reprezentují přepravní proud, šrafované pásmo obalovou zónu. Zkoumané proudy byly dále vyfiltrovány podle intenzity, kdy do následné analýzy vstupují pouze proudy s intenzitou alespoň 4 dojíždějících osob za den. Pro obce na hranicích krajů, které jsou obvykle populačně menší, se tato intenzita jeví jako dostatečně signifikantní. Nastavená mez na druhé straně vylučuje ze zkoumaného vzorku nedostatečně významné proudy, pro které se zpravidla nevyplatí výrazně ovlivňovat vedení linek veřejné hromadné dopravy. Snížení meze by navíc neúměrně zvyšovalo nároky na zpracování dat bez odpovídajícího přínosu.

Uvažována byla také varianta omezení na základě počtu obyvatel obce. Redukovat soubor k analýze tímto způsobem se však nejeví jako vhodné řešení, protože nepostihuje potřebu přemístování obyvatel. Přesto, že lze u menších obcí očekávat nižší intenzity proudů, není to pravidlem, míra intenzity se mění i v závislosti na jiných faktorech například na geografickém kontextu a charakteristice okolních obcí. Navíc je nutné zdůraznit, že i relativně malé obce hrají klíčovou roli v komplexním zmapování problematiky migrace obyvatelstva. Jejich vyloučení z analýzy by vedlo ke zkreslení obrazu skutečné situace.



Obrázek 2: Vizualizace postupu výběru obcí

Zdroj: autor, zdroj dat (17)

## **2.2 Sběr dat o jízdách**

Jedním ze vstupů do výpočtu hodnotících kritérií kvality dopravní obslužnosti na hranicích krajů byla stanovena doba nutná k přesunu z místa vyjížděky do místa dojížděky. Pro tento účel je nutné stanovit jednotný postup pro zjišťování časových údajů pro individuální automobilovou dopravu a veřejnou hromadnou dopravu. V následující části je popsána metodologie sběru údajů pro samotnou přepravu dopravním prostředkem. Časové náklady spojené s přesunem na místo výjezdu a z místa dojezdu do cíle cesty jsou zpracovány v kapitole 2.2.3 - kompenzace systémem přírážek.

### **2.2.1 Měření jízdní doby individuální automobilovou dopravou**

V této kapitole jsou uvedeny postupy a nástroje, které byly využity pro sběr dat o jízdách individuální automobilové dopravy. K těmto údajům jsou vztaženy hodnotící ukazatele. Pochopení metody sběru je nutné pro správnou interpretaci výstupů z analýzy

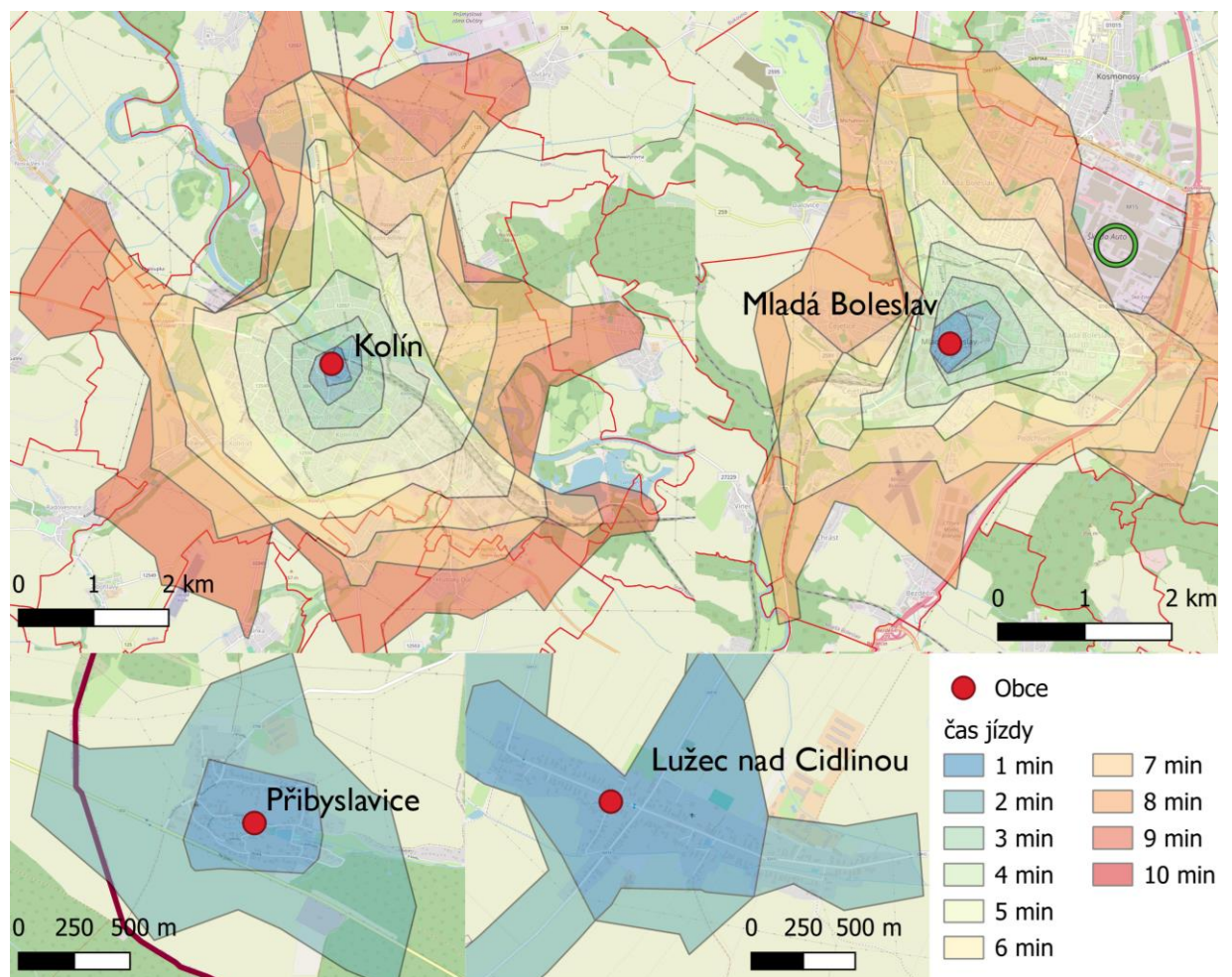
#### **2.2.1.1 Volba výchozího a cílového bodu**

Při přepravě automobilem nelze, stanovit jednoznačnou polohu nástupních a výstupních míst. Je proto nutné přistoupit ke generalizaci a místa začátku přepravy automobilem zastoupit centroidem, který vystupuje jako referenční bod pro atrakční obvod. S ohledem na strukturu dat o přepravních proudech, a na ni navázanou rozlišovací hladinu, byl jako tento bod stanoven definiční bod obce, atrakčním obvodem je katastrální území.

#### **2.2.1.2 Vlastnosti definičního bodu**

Použití sítě definičních bodů obcí jako lokací, ke kterým se vztahuje měření, s sebou nese zkreslení jízdých dob. Umístění definičního bodu v blízkosti těžiště zastavěného území obce je sice obecnou zásadou, avšak ta je nečíslně porušována. Například v obcích, které se skládají z několika oddělených zastavěných území, se definiční bod umísťuje v blízkosti těžiště jedné zastavby, nikoliv do těžiště všech. Rozdíl v jízdých dobách vlivem odchylky umístění je však v těchto případech zanedbatelný, například v obci Lužec nad Cidlinou, s 531 obyvateli, je, jak je patrné z obrázku č.3, celé zastavěné území dostupné do 2 minut jízdy automobilem, což je hodnota odchylky v extrémním případě, kdyby byl definiční bod umístěn na okraj zastavěného území. Podobná situace nastává i v obci Přibyslavice se 787 obyvateli, dostupnost celého obytného území je 2 minuty. Zkreslení vlivem umístění definičního bodu lze akceptovat, neboť u tohoto typu cest nemá zásadní vliv na rozhodování o volbě způsobu přepravy. Časové rozdíly pro jízdu automobilem jsou navíc v rámci kompaktních obcí marginální.

V případě větších měst je patrný i nesoulad pozice dojezdového centroidu s místy skutečného konce přepravy automobilem. Pro většinu vyjížděk a dojížděk neplatí, že by začínaly nebo končily v centru města. Například v Mladé Boleslavi lze předpokládat směřování dojížděk do areálu Škoda auto, který se ale nachází na východním okraji města. Na obrázku č.3 lze pozorovat časovou náročnost dojezdu do centra města, izochrony ukazují rozdíl v dojezdových časech. Centrum Kolína je ze všech zastavěných oblastí města dostupné v čase maximálně 8 minut. Vzhledem ke struktuře vstupních dat o přepravních proudech, velmi malému vlivu na měřené hodnoty a rozlišovací úrovni analýzy byly tyto odchylky zanedbány.



Obrázek 3: Časová náročnost jízdy automobilem z definičního bodu obce

Zdroj: autor, zdroj dat (22, 17)

### 2.2.1.3 Výpočetní model jízdy IAD

Pro výpočet jízdní doby automobilem byl využit model open source služby Open Route Service (ORS) (22), který poskytuje službu API dostupnou skrze zásuvný modul (plugin)

ORStools (23) do programu QGIS. Model vrací matici vzdáleností a časů mezi jednotlivými prvky poskytnutého bodového pole, v tomto případě definičními body v mapové souřadné síti.

Model vyhledává optimální trasu z výchozího do cílového bodu na základě několika preferenčních kritérií, z nichž výrazně největší váhu má celkový čas přesunu, následuje vzdálenost, preference komunikací vyšších tříd a další proměnné. Tento způsob odpovídá skutečnému výběru trasy při jízdě automobilem. Celkový čas je vypočítáván z délky trasy na základě průměrné rychlosti pro každý segment trasy. Pro Českou republiku implicitně platí maximální limity rychlostí dané předpisy, v modelu je však zavedena další omezující podmínka, která průměrné rychlosti redukuje na 90 % procent maximální rychlosti. Rychlost je dále redukována v závislosti na typu povrchu vozovky, přihlíženo je i k vlastnostem komunikace v obcích, například zdali je komunikace vedena rezidenční oblastí. Model zohledňuje i směrové vedení komunikace. Kompletní přehled parametrů je k dispozici v dokumentaci ORS (27). Do časových hodnot se nepromítá zdržení způsobené dopravními komplikacemi – kongescemi či přechodnými uzavírkami silnic. Zahrnutí dočasných omezení by do výsledného porovnání vnášelo rozpor a omezilo by horizont platnosti měřených dat pouze na okamžik hledání. Započtení zdržení vlivem kongescí by prohlubovalo nesoulad vznikající rozdílnou polohou skutečných a zástupných výchozích a cílových bodů. Zejména v případě velkých měst obecně neplatí, že by se většina destinací denní dojížděky nacházela v centru města, respektive v místě definičního bodu. Ovlivnění dopravní situací je přitom při jízdě do center měst vyšší než do okolních oblastí.

### **2.2.2 Sběr dat jízdních dob VHD**

V současné době neexistuje pro Českou republiku jednotná datová sada, která by obsahovala údaje o vedení linek, poloze zastávek, přestupních vazbách, časech odjezdů a příjezdů spojů. Souhrnná otevřená data jsou vydávána pouze ve formátu JDF, která neobsahují potřebné údaje o geografické poloze. Konverze tohoto formátu do standardnějšího GTFS a přidání informací nutných pro analýzu v rozsahu celého území České republiky není použitím běžných nástrojů možná. Data sety typu GTFS vydávají pouze některé dopravní systémy na krajské úrovni dva – PID a IDS JMK. Pro průzkum veřejné dopravy proto není možné provést síťovou analýzu.

Aby bylo vyhledávání údajů o spojení možné provádět strojově, byl pro účely této práce vytvořen program, který využívá služby API serveru CRWS (24), provozovanou společností Chaps s r. o. V následujících podkapitolách je navržen postup sběru dat o jízdních dobách VHD.



### **2.2.2.1 Referenční časový rámeček**

Pro sběr dat o spojeních bylo zvoleno časové okno, které odpovídá době, kdy dochází k přesunu produktivního obyvatelstva do zaměstnání a předproduktivní skupiny osob do školských zařízení. Hranice pro příjezd posledního spoje z vyhledávaných spojení do cílové stanice byla stanovena na 7:50. Jedná se o čas, po kterém je možný přesun v rámci dojezdové obce do cíle cesty před začátkem pracovní doby, respektive vyučování s časovou polohou začátku vyučování v 8:00, považovanou v podmínkách ČR za standardní. V této době zároveň vzniká největší přepravní poptávka, a tedy i nejostřejší dopravní špička, lze tedy předpokládat vyšší hustotu spojů zajišťovaných objednatelem. Zvolené časové okno nemusí být relevantní pro všechny denní dojíždějící, kdy se někteří nemusí být schopni přesunout z místa výstupu do cíle ve vyhovující době. Pro specifické skupiny, jako jsou lidé pracující na směny nebo studenti a žáci s pozdějším začátkem výuky, mohou být relevantní jiné časy. Zvolené časové okno umožňuje efektivní sběr dat o spojeních pro většinu dojíždějících. Zanedbání specifických skupin s odlišným časovým oknem dojížděky je na úrovni podrobnosti tohoto modelu přípustné. Referenčním dnem, pro které bylo uskutečněno vyhledávání je středa 10. dubna 2024, tedy běžný pracovní den.

### **2.2.2.2 Přístup do databáze a parametry vyhledávání**

Za účelem automatizace procesu vyhledávání spojení bylo nutné vytvořit program, který se na základě databáze vyjížďkových proudů bude dotazovat na server CRWS a podle zadaných parametrů vytvoří soubor dat zpracovatelných v programu QGIS.

Vstupním souborem je kolekce přepravních proudů ze SLBD, která obsahuje názvy výjezdních a dojezdových obcí. Položky jsou programem načteny a předávány jako vstupní parametr *from* a *to* na API server. Aby se na straně serveru při vyhledávání předešlo záměně obcí se stejným názvem, byl k názvům připojen příznak zkratky okresu, kombinace názvu obce a okresu se stává jednoznačnou definicí místa. Dalšími nastavitelnými parametry vyhledávání jsou čas, pro který je vyhledávání realizováno, a příznak, určující zadli se zadaný údaj vztahuje k výjezdu prvního, nebo dojezdu posledního spoje ze spojení.

### **2.2.2.3 Způsob vyhledávání CRWS – funkčnost programu, tvorba výstupního souboru**

Údaje jsou předávány pomocí požadavku GET na server ke zpracování modulem *Zjednodušené vyhledávání spojení*. Server následně vrací objekt s vyhledanými spojeními, jejichž příjezd do destinace předchází zadanému času 7:50. Implicitní počet vrácených spojení je nastaven na hodnotu 3, k dalšímu zpracování tedy postupují pouze tři poslední spojení,

kteřá do destinace přijíždí ve stanoveném časovém okně. Toto omezení je zvoleno, aby bylo zamezeno zkreslení doby dojížděky v lokalitách s hustou sítí ranních spojů. Brzké ranní spoje mohou mít zkrácené jízdni doby a jejich zahrnutí do porovnání by mohlo vést k nerelevantním výsledkům, tímto omezením jsou vyloučena. Pro obce s nízkou četností ranní spojů není tato hodnota restriktivní.

Objekt s informacemi o spojení ze serveru CRWS je načten do programu, deserializován a jednotlivé složky jsou uloženy do zástupných proměnných, případně jsou převedeny z textu na odpovídající datový typ. V následujícím kroku program vyfiltruje irelevantní spojení, která vyjíždějí v den předcházející datu, k němuž je vztaženo hledání. V souboru zbývajících spojení je nalezeno to s nejnižší hodnotou jízdni doby, které je následně uloženo do výstupního souboru CSV. Výstupní soubor obsahuje identifikátor proudu, pro který je vyhledávání realizováno, název výchozí a cílové obce, dobu jízdy v textovém formátu podle českých standardů a dobu jízdy v datovém typu *time* a dále čas začátku a konce přepravy. Na obrázku č. 4 lze vidět část výstupu.

Program vrací dva typy chybových hlášek, které jsou zapisovány do sloupce hodnot textové reprezentace času. Chyba *mistake\_no\_connection\_this\_day* signalizuje, že do času zadaného příjezdu neexistuje spojení, které by opouštělo výchozí stanici v zadaný den. *mistake\_search* uživateli hlásí výjimku při vyhledávání objektu výchozí nebo cílové stanice. Tento typ chyby je způsoben rozparem klasifikace názvů některých obcí v databázi služby CRWS a jejich skutečným názvem. Například obec Zádub-Závišín je službou vedena jako Zádub. Chybovost tohoto typu je velmi nízká a na vzorku dosáhla 0,08 %, pro tyto případy bylo spojení vyhledáno ručně.

```
fid,op_obec_zkr,doj_obec_zkr,cas,time,vzdalenost,op_time,doj_time
4338,ČECHTICE [BN],HUMPOLEC [PE],29 min,00:29:00,24 km,07:05,07:34
4340,ČECHTICE [BN],PELHŘIMOV [PE],37 min,00:37:00,29 km,06:15,06:52
4381,ČECHTICE [BN],LEDEČ NAD SÁZAVOU [HB],40 min,00:40:00,25 km,07:00,07:40
4393,ČECHTICE [BN],LUKAVEC [PE],14 min,00:14:00,9 km,06:08,06:22
4463,DOLNÍ KRALOVICE [BN],JIHLAVA [JI],2 hod 25 min,02:25:00,79 km,04:43,07:08
4466,DOLNÍ KRALOVICE [BN],LEDEČ NAD SÁZAVOU [HB],28 min,00:28:00,20 km,07:07,07:35
4482,DOLNÍ KRALOVICE [BN],HUMPOLEC [PE],1 hod 17 min,01:17:00,43 km,06:17,07:34
4485,DOLNÍ KRALOVICE [BN],PELHŘIMOV [PE],1 hod 25 min,01:25:00,50 km,06:05,07:30
4565,KAMBERK [BN],MLADÁ VOŽICE [TA],12 min,00:12:00,9 km,07:18,07:30
4667,KŘIVSOUDOV [BN],PELHŘIMOV [PE],1 hod 4 min,01:04:00,33 km,06:44,07:48
4677,KŘIVSOUDOV [BN],LEDEČ NAD SÁZAVOU [HB],36 min,00:36:00,22 km,07:04,07:40
4800,LOUŇOVICE POD BLANÍKEM [BN],MLADÁ VOŽICE [TA],20 min,00:20:00,14 km,06:15,06:35
```

Obrázek 4: Výstupní soubor programu

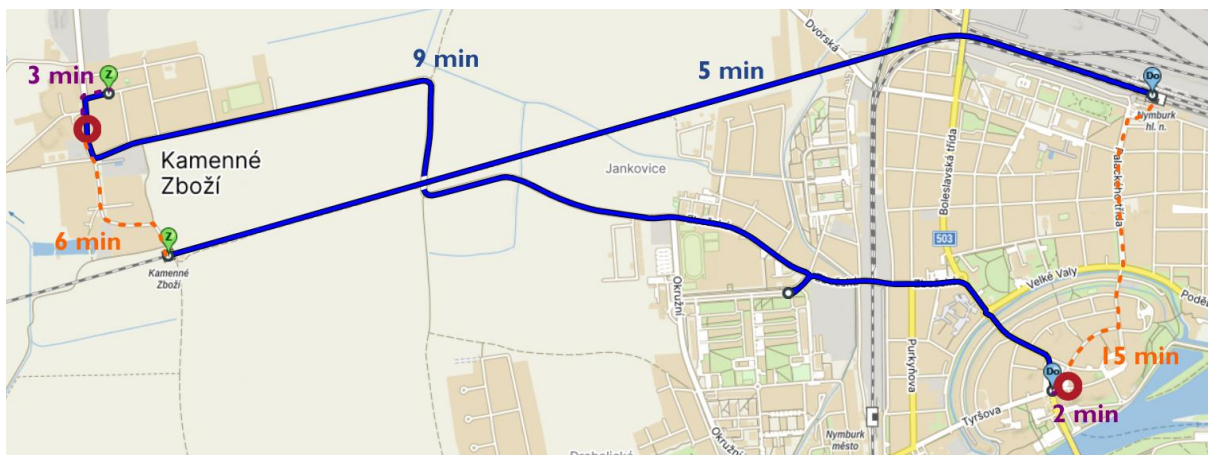
Zdroj: autor

#### 2.2.2.4 Způsob hledání systému CRWS

Pro interpretaci výsledků je nutné pochopit způsob výběru trasy, ke které se vztahuje doba přesunu. Ten se liší od IAD nejvýznamněji ve volbě výchozího a cílového bodu. Přesná metodika výběru není známá, z vyhledaných spojení lze však alespoň rámcově určit místa, která jsou vyhledávacím algoritmem preferována.

V menších obcích, kterými prochází menší počet linek, jsou vybírány stanice, pro které existuje spojení ve směru hledání. V dalším kroku je zpravidla vybírána stanice, která je nejbližše středu zastavěné oblasti. Pokud existuje zastávka, která disponuje větší frekvencí spojů, je vzdálenostní parametr potlačen. Pro obce, kde se nachází větší množství zastávek, model inklinuje k výběru většího dopravního uzlu, který se nachází na území obce a není při cestě z něj nebo do něj nutné v rámci území obce přestupovat. Zřetelné je také upřednostňování uzlů tvořených železničními stanicemi, ze kterých je cesta do destinace obvykle časově méně náročná.

System pro každé spojení určuje novou kombinaci výchozího a cílového bodu v závislosti na čase hledání. Následný výběr nejrychlejšího spojení z tohoto důvodu může zapříčinit opticky kratší dobu přepravy, do které ale nejsou započítány zvýšené nároky na přesun k místu nástupu a z místa výstupu. Situace je ilustrována na následujícím obrázku č. 5, kde služba mezi Kamenným Zbožím a Nymburkem upřednostňuje jízdu vlakem přesto, že z hlediska celkové doby přesunu je výhodnější varianta přesunu autobusem, která je celkově o 12 minut kratší. To platí za předpokladu umístění výchozího a cílového bodu v definičních bodech obou obcí. Modré linie reprezentují trasu spoje, oranžové pěší přesun. Červené kruhy zobrazují polohu definičního bodu obou obcí.



Obrázek 5: Způsob vyhledávání systémem CRWS

Zdroj: (25) upraveno



### 2.2.3 Kompenzace systémem přírážek

Aby byly vyrovnány rozdíly v metodice výběru výchozího a cílového bodu při přesunu individuální automobilovou a veřejnou hromadnou dopravou, byla k časovým hodnotám přičtena přírážka. Korekce je přičítána na začátku i konci cesty.

#### 2.2.3.1 Přírážky k času ve veřejné dopravě

V případě jízdy veřejnou hromadnou dopravou je do celkové doby přepravy nutné přičíst čas přesunu na výchozí zastávku. Tento parametr se podílí největší vahou na výši přírážky. Pro určení jeho hodnoty byly obce kategorizovány podle počtu obyvatel, rozdělení je znázorněno v tabulce č. 1. Ve větších městech je předpokládáno využití městské hromadné dopravy, velikost přírážky tak nenarůstá lineárně. Přírážka dále u výjezdni obce zahrnuje čekání na zastávce. V případě systémů s vysokou frekvencí spojů se standartně přičítá polovina intervalu mezi spoji. Tento přístup ale nelze v příměstské dopravě použít, četnost spojů není vysoká, v některých případech obsluhuje obce ve sledované době pouze jeden relevantní spoj. Dělení intervalu by tak v tomto případě neúměrně a nerealisticky navyšovalo jízdní doby. Přírážky nesuplují pouze měřitelnou ztrátu, zahrnují i diskomfort, který je spojen nutností vázat se na jízdní řád.

Tabulka 1: Přírážky k jízdním dobám VHD

velikost obce [počet obyvatel]	0 až 1000	1001 až 10 000	10 001 až 40 000	více než 40 001
přírážka v obci výjezdu [min]	10	15	20	25
přírážka v obci dojezdu [min]	5	10	15	20

Zdroj: autor

#### 2.2.3.2 Přírážky k času individuální automobilové dopravy

Dojížděka automobilem se kromě samotné jízdy také skládá z dalších částí přepravního procesu. Na začátku přepravy je u menších obcí předpokládáno, že možnost parkování není pro rezidenty restriktivně omezena a urbánní struktura umožňuje uživatelům odstavit vozidlo v místě bydliště. Přírážka tedy v tomto případě není přičítána. Na konci přepravy je přičtena hodnota 5 minut, která v sobě zahrnuje marginální úkony vykonávané před a po jízdě, také a případný peší přesun.

Ve větších obcích a městech roste obtížnost parkování, se kterou je spojena i pravděpodobná delší docházková vzdálenost. Protože je však předpokládána aplikace preferenčních opatření pro rezidenty, narůstá přírážka na straně výjezdu pomaleji – 5 minut pro obce od 1000 do 40 000 obyvatel včetně a 10 minut pro města nad 40 000. V dojezdové

obci je pro stejné kategorie obcí přičten čas 5 minut. Hodnota reflektuje restriktivní opatření parkování, která ztěžují hledání parkovacího místa a prodlužují čas přesunu do cíle cesty. Ztrátový čas je ale kompenzován polohou místa dojížděky, které se zpravidla nachází na místě dostupnějším, než je poloha definičního bodu obce. Zároveň je zohledněn fakt, že někteří zaměstnavatelé poskytují zaměstnancům stání. Přičítaná časová hodnota je tak adekvátní.

**Tabulka 2: Přirážky k jízdním dobám IAD**

velikost obce [počet obyvatel]	0 až 10 000	10 001 až 40 000	více než 40 001
přirážka v obci výjezdu [min]	0	5	10
přirážka v obci dojezdu [min]	5	10	15

Zdroj: autor

### 3 POSOUZENÍ MEZIKRAJSKÝCH VAZEB

Ze získaných údajů vznikla kolekce dat obsahující údaje ke každému vyjížděkového proudu z výběrového souboru, který byl stanoven dle metodiky. Databáze obsahuje 2498 řádků s polohovými informacemi o zdroji a ústí a také atributy, které byly pro jednotlivé vyjížděky hledány. Na základě těchto dat bylo možné provést analýzu pomocí nástrojů kontingence. Geografické ukotvení pak umožňuje vizualizaci dat nad mapovým podkladem a porozumění datům v polohovém kontextu. Databáze je k dispozici na katedře Technologie a řízení dopravy.

#### 3.1 Design databáze

V této kapitole je popsán přehled vybraných prvků databáze, které jsou využívány pro prezentaci dat, kompletní popis jednotlivých prvků je k dispozici v databázi. Atributy lze rozdělit do tří kategorií.

První kategorií jsou údaje o směřování přepravních proudů. Atributy této části jsou následující.

- název zdrojové a cílové obce – slouží pro orientaci uživatele
- kód zdrojové a cílové obce – identifikátor obce podle ČSÚ, k propojení tabulek
- počet obyvatel zdrojové a cílové obce – slouží k výpočtu přírážky
- název zdrojového a cílového kraje – slouží pro orientaci uživatele
- kód zdrojového a cílového VÚSC - slouží pro třídění dat podle krajů
- celková denní dojížděka – informace o denním počtu dojíždějících

Každému prvku v databázi je přiřazen unikátní identifikátor *fid* sloužící jako primární klíč.

Druhou kategorií jsou polohové údaje, které umožňují vynesení dat nad mapový podklad. Geografické informace jsou vyjádřeny souřadnicemi výjezdových a dojezdových obcí, které mají následující strukturu.

- srcX a srcY – souřadnice zdrojového bodu
- dstX a dstY – souřadnice cílového bodu

Hodnoty v těchto sloupcích jsou vedeny v souřadném systému S-JTSK a promítací soustavě Křovák East North – EPSG 5514. Polohová dat byla vizualizována pomocí generátoru linií v programu QGIS, kde byla do mapového pole přidána vrstva zobrazující spojnice místa vyjížděky a dojížděky. Vykreslené linie mají charakter kartézského spojení. Pro účely zobrazení

byly souřadnice převedeny do souřadného systému WGS 84 a promítání UTM zone 33 N – EPSG 32633, ve kterém jsou zobrazovány všechny mapy v této práci.

Třetí oblastí dat jsou údaje o dopravních spojeních, které umožňují analýzu kvality obsluhy přepravy poprávkou. Atributy prvků z této kategorie jsou následující:

- doba jízdy ze zdroje do ústí proudu veřejnou hromadnou dopravou,
- doba jízdy ze zdroje do ústí proudu individuální automobilovou dopravou,
- přepravní vzdálenost VHD a IAD,
- přírůžky k době jízdy VHD a IAD ve zdrojové a cílové obci.

Z těchto údajů jsou vypočteny hodnoty, které dále vstupují do hodnocení. Těmi jsou:

- doba jízdy ze zdroje do ústí VHD s přírůžkami,
- doba jízdy ze zdroje do ústí IAD s přírůžkami,
- koeficient poměru jízdových dob VHD a IAD.

Vypočtené hodnoty jsou pro výpočetní úsporu uchovávány staticky v databázi. Podrobný popis jejich výpočtu je popsán v následujících kapitolách.

Datovou sadu je možné uplatnit ve dvou rovinách. Údaje jednotlivých prvků lze pracovat pomocí standardních výpočetních nástrojů například Excel. Druhou rovinou je práce s daty v programech geografických informačních systémů – GIS.

### **3.1.1 Úprava souboru**

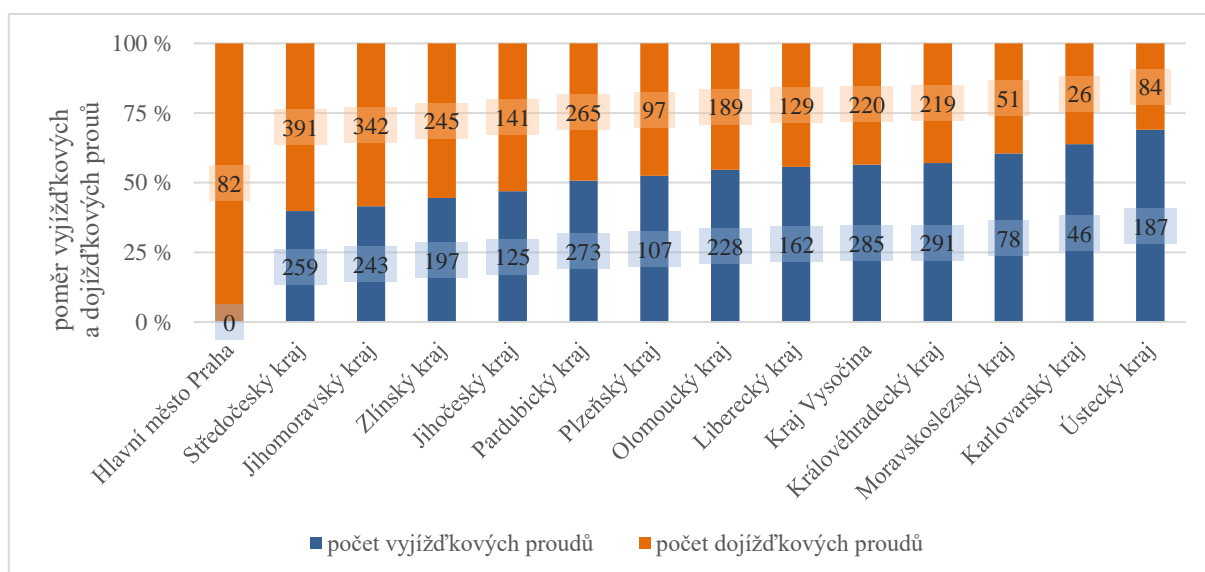
Ze souboru dat byly vyřazeny vyjížďkové proudy, pro které ve sledovaném časovém okně nebylo nalezeno spojení. Napojení veřejnou dopravou sice v těchto případech může existovat, časy dojezdu jsou ale posunuty o několik desítek minut. Taková spojení tedy není možné využít pro přesun do zaměstnání nebo do vzdělávacích ústavů se standardní pracovní dobou. Potenciálním řešením by mohlo být zavedení dodatečných penalizací za pozdní příjezd, které by navýšily čas jízdy veřejnou hromadnou dopravou. Protože však není možné jednoznačně stanovit hodnotu, která by odpovídala tomuto diskomfortu, nebylo k tomuto kroku přistoupeno. Zavedení takového opatření by navíc mohlo znevýhodnit proudy, pro které bylo vyhledáno spojení, ale mimo stanovený čas existují rychlejší spoje. Penalizace by také omezila výpočetní hodnotu průměrných hodnot pro jednotlivé kraje, protože pro každý kraj by byla doplněna umělá hodnota pro rozdílný počet spojení. Výsledný soubor by tak nebyl porovnatelný. Odstraněné položky jsou vedeny v oddělené databázi a do porovnání nevstupují. Je však možné je analyzovat zvlášť.

V databázi QGIS byly řádky pro účely vizualizace ponechány. Hodnoty ve sloupcích s geografickými údaji byly zachovány, vypočítávaným hodnotám byla nastavena hodnota NULL.

### 3.1.2 Očištěný soubor dat

V následujícím obrázku č. 6, jsou zobrazeny absolutní počty vyjížděk z, respektive dojížděk do jednotlivých krajů. Kraje jsou seřazeny vzestupně dle poměru vyjížděk a dojížděk. Data pro jednotlivé kraje jsou vypočtena na základě těchto hodnot.

V rámci analýzy dojezdových proudů do Prahy byly sledovány dojezdové proudy vycházející z obcí v obalové zóně kolem Středočeského kraje. Převážně proudy se zdrojem ve Středočeském kraji a ústím v hlavním městě nebyly analyzovány. Jízda IAD do centra Prahy z jejího bezprostředního okolí probíhá většinou trasy na území Prahy, cestovní časy pro tento typ dopravy by tak neodpovídaly realitě. Počet analyzovaných vyjížděk pro tento územní celek je roven nule, jeho definiční bod nespadá do zájmového rádiusu. Jeho dodatečné zahrnutí by neúměrně zvýšilo výpočetní náročnost bez adekvátního přínosu pro informativní hodnotu analýzy.



Obrázek 6: Počet sledovaných proudů v jednotlivých krajích

Zdroj: autor

## 3.2 Globální ukazatele pro jednotlivé kraje

Jako základní kvalifikátor pro hodnocení prostupnosti hranic veřejnou hromadnou dopravou byl pro účely této analýzy navržen vztah (1) vycházející z poměru dob přesunu veřejnou hromadnou dopravou a individuální automobilovou dopravou. Koeficient indikuje,

kolikrát se prodlouží doba přepravy při použití veřejné hromadné dopravy v porovnání s individuální automobilovou dopravou, s ohledem na všechny etapy cesty. Poměr jízdních dob mezi veřejnou dopravou a individuální automobilovou dopravou představuje relevantní ukazatel prostupnosti hranice, jelikož přímo odráží časový faktor, který je pro mnoho lidí klíčový při výběru dopravního prostředku. Intuitivní srozumitelnost ukazatele umožňuje snadnou interpretaci dat o prostupnosti. Je tak zřejmé, kolik času cestující ušetří nebo ztratí upřednostněním veřejné dopravy.

$$pom = \frac{(t_{VHD} + p_{VHDv} + p_{VHDd})}{(t_{IAD} + p_{IADv} + p_{IADd})} \quad [-] \quad (1)$$

kde:

$t_{VHD}$  ... čas jízdy VHD z místa 1. násupu do místa posledního výstupu  
včetně přesupních dob [h]

$t_{IAD}$  ... čas jízdy IAD z definičního bodu zdroje do definičního bodu ústí [h]

$p_{VHDv}$  ... přírážka k času jízdy VHD ve výjezdové obci [h]

$p_{VHDd}$  ... přírážka k času jízdy VHD v dojezdové obci [h]

$p_{IADv}$  ... přírážka k času jízdy IAD ve výjezdové obci [h]

$p_{IADd}$  ... přírážka k času jízdy IAD v dojezdové obci [h]

$pom$  ... koeficient poměru jízdních dob VHD a IAD se započtenými přírážkami [-]

→ dále jen koeficient poměru

Ukazatel je výhodný také pro nezávislost na topologii silniční sítě, která je pro IAD a VHD, s ojedinělými výjimkami, shodná. Nevzniká tak nesoulad v závislosti na umístění obcí v rámci dopravní sítě. Přepočtení také není ovlivněno vzdáleností přepravy a není nutné jej dále modifikovat. Ukazatel je využit pro hodnocení kvality spojení VHD jednotlivých přepravních proudů. Hodnota vypočtená z tohoto vztahu lze také dále kombinovat s jinými ukazateli.

### 3.3 Kvalita dopravní obslužnosti periferních oblastí jednotlivých krajů

Kvalita dopravní obslužnosti ve sledovaném okolí kraje se odlišuje v závislosti na propojenosti integrovaných dopravních systémů. Každý, na úrovni kraje provozovaný, IDS sousedí s dvěma a více jinými. Celková kvalita dopravního obslužení obklopujících periférií se neodvíjí pouze od snahy spádového kraje zajistit adekvátní dopravu, ale také od schopnosti propojení se sousedními systémy. Přesto je možné ze strany některých organizátorů dopravy sledovat větší snahu o propojení s okolními systémy než u jiných.

Kvantifikací snahy mohou být hodnoty vypočtené následujícím vztahem č. 2, který byl pro tento účel navržen. Výsledná hodnota vyjadřuje průměr koeficientu poměru dojezdových proudů jednotlivých krajů. Do výpočtu vstupují proudy, které mají zdroj v obalové zóně kraje a ústí v daném kraji. Platí také omezení, kdy se, v souladu s metodikou, zohledňují pouze dostatečně signifikantní proudy – s intenzitou 4 a více denních dojíždějících. Porovnání prostupnosti podle dvojic krajů je zpracováno v kapitole 3.4 Ukazatele pro dvojice krajů.

$$agpom = \bar{\emptyset} pom_j \quad [-] \quad (2)$$

*kde:*

*pom ... koeficient poměru [-]*

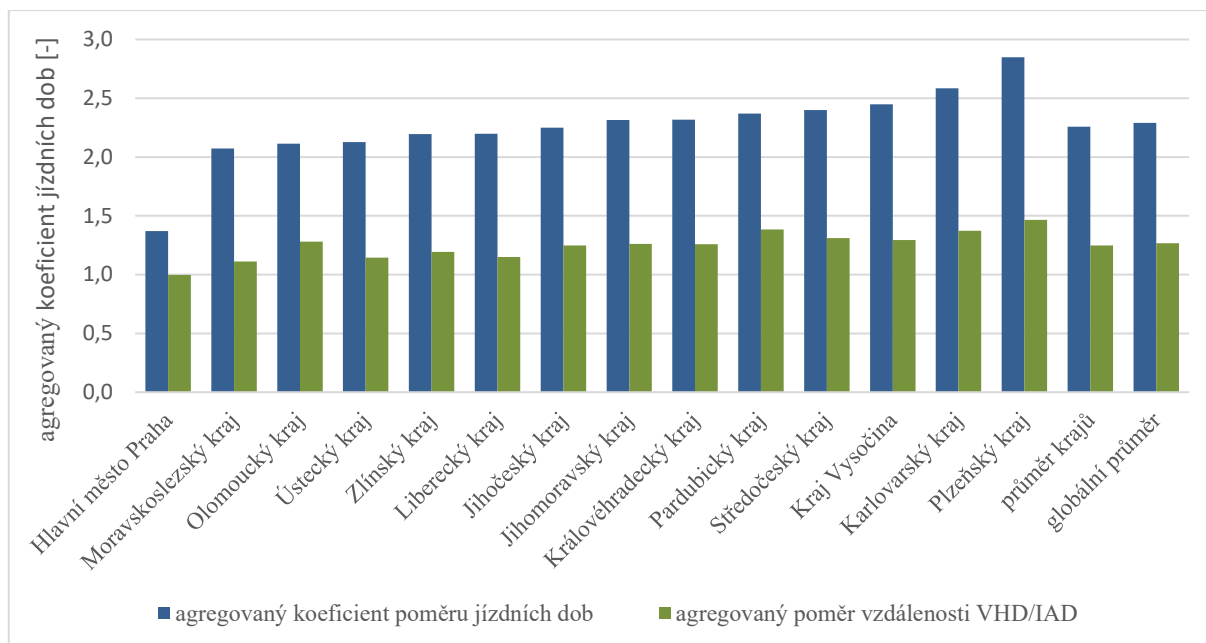
*j ... proudy směřující do kraje*

*agpom ... průměrný koeficient poměru přepravních proudů kraje [-]*

→ dále jen agregovaný koeficient

Na obrázku č. 7 jsou zobrazeny agregované koeficienty jednotlivých krajů – modré sloupce. Do grafu jsou pro porovnání vyneseny i poměry cestovních vzdáleností při jízdě VHD oproti IAD – zelené sloupce. Sloupec průměr krajů zobrazuje čistý průměr hodnot jednotlivých krajů. Sloupec globální průměr znázorňuje agregovaný poměr vypočtený pro všechny sledované proudy.

V případě hlavního města Prahy je nutné upozornit na metodologický rozpor vzniklý rozdílnou metodou selekce výchzích a cílových bodů pro veřejnou hromadnou dopravu a individuální hromadnou dopravu. Vyhledavač spojení VHD v tomto případě inklinuje k výběru dojezdových míst, které se nacházejí na okraji metropole. Nejčastěji jsou těmito místy terminály příměstské hromadné dopravy – Letňany, Černý Most, Zličín apod. Výpočet pro jízdní doby automobilem je vždy nastaven k hledání do definičních bodů. Rozpor se projevuje zejména při porovnání cestovní vzdálenosti, v případě jízdních dob je částečně kompenzován přírážkami k celkovému času.



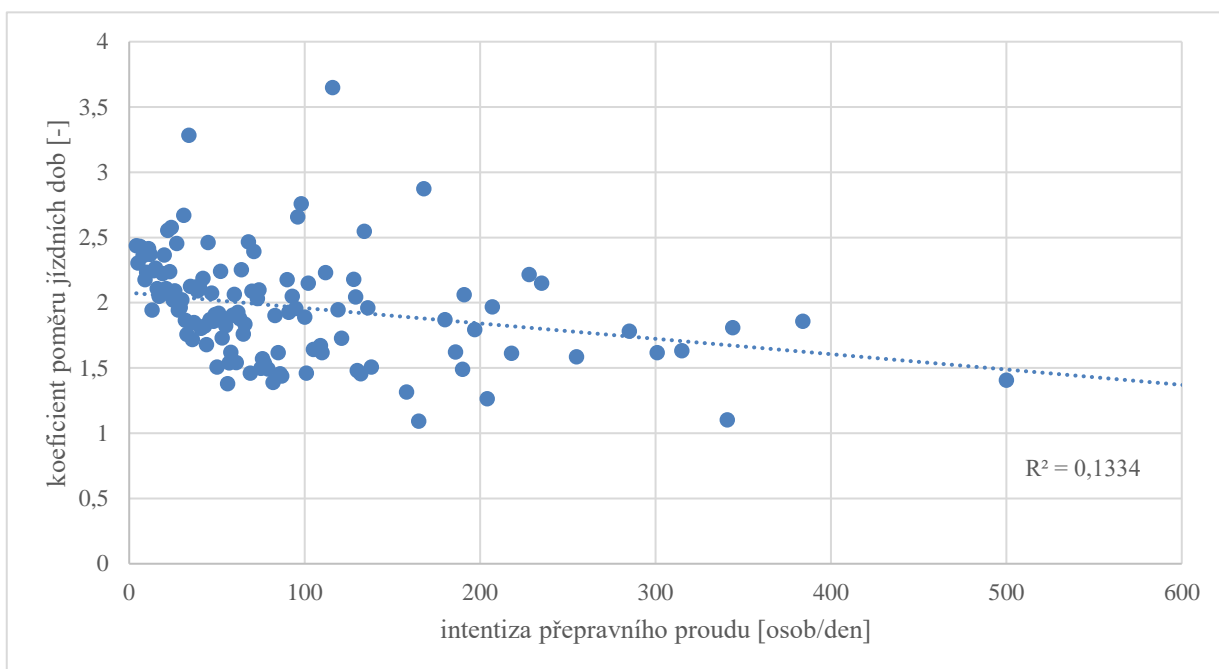
**Obrázek 7: Graf agregovaného koeficientu jízdních dob podle krajů**

Zdroj: autor

Krajem, který disponuje nejlepší obslužením proudů, které do něj směřují z jeho okolí je Moravskoslezský kraj s průměrnou hodnotou koeficientu 2,079. Nejhorší obslužení proudů směřujících z okolí má naopak Plzeňský kraj s koeficientem 2,848. Přičemž čistý průměr krajů je 2,258, globální průměr všech sledovaných proudů dosahuje hodnoty 2,291. Zatímco koeficient dojezdových časů se pohybuje, s výjimkou Prahy, nad hodnotou 2, poměry cestovní vzdálenosti při jízdě automobilem a veřejnou dopravou nepřekračuje 1,5. Z toho lze vyvodit, že důvodem delších jízdních dob VHD oproti IAD jsou kromě deviatility trasy i jiné faktory jako nižší cestovní rychlost nebo čekání na návazný spoj.

Objednavatelé a organizátoři dopravy primárně zajišťují spojení s vyšší očekávanou poptávkou. Obce, které jsou zdrojem proudů slabší intenzity, jsou z ekonomických důvodů obsluhovány spoji, které obsluhují více míst za cenu delší trasy. To se projevuje větší deviatilitou linek oproti přímému spojení a v návaznosti na to delší cestovní dobou. Proudů s větší přepravní poptávkou jsou naopak obsluženy kvalitněji. Situaci znázorňuje následující graf, který zobrazuje poměry jízdních dob v závislosti na intenzitě proudů. Na vodorovné ose je vynesena intenzita proudů, na vertikální koeficient poměru jízdních dob. V grafu není z důvodu zachování čitelnosti zobrazeno spojení s intenzitou 1134 a koeficientem 1,14. Z trendové křivky je možné vysledovat hrubý trend klesajících poměru s rostoucí intenzitou přepravního proudů. Proto je vhodné do průměrné hodnoty vnést i tento parametr. Hodnota tak zohledňuje počet cestujících, kterých se stav dopravní obslužnosti dotýká.





**Obrázek 8: Graf poměru jízdních dob v závislosti na intenzitě přepravního proudu**

Zdroj: autor

Pro zohlednění počtu cestujících ovlivněných stavem spojení veřejnou dopravou byl do výpočtu zaveden parametr intenzity přepravního proudu podle následujícího vztahu (3). Při výpočtu agregovaného poměru pro jednotlivé kraje přikládá proudům váhu podle jejich intenzity.

$$\overline{agpom} = \frac{\sum_{i=1}^n pom_i \cdot int_i}{\sum_{i=1}^n int_i} \quad [-] \quad (3)$$

kde:

*pom* ... koeficient poměru [-]

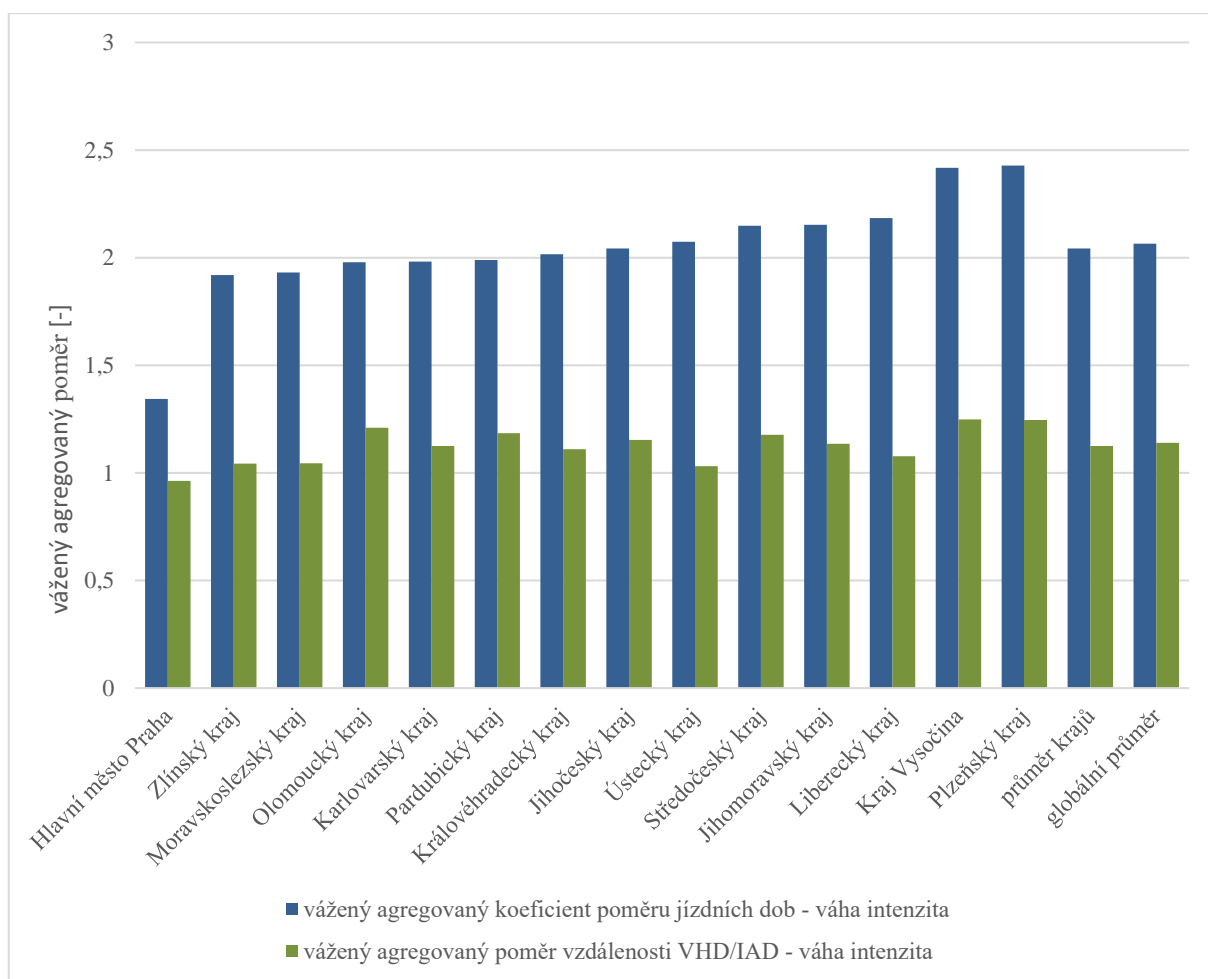
*int* ... intenzita proudu [osob/den]

*i* ... přepravní proud

$\overline{agpom}$  ... vážený průměr koeficientu poměru podle intezity přepravního proudu kraje [-]

→ dále jen vážený agregovaný poměr

Graf na obrázku č. 9 znázorňuje hodnoty váženého agregovaného poměru v jednotlivých krajích – modré sloupce. Stejně jako v případě grafu na obrázku č. 7, porovnávajícího agregované poměry, i zde platí metodologický rozpor při výpočtu hodnot váženého agregovaného poměru pro Hlavní město Prahu.



**Obrázek 9: Graf váženého agregovaného koeficientu jízdních dob podle krajů**

Zdroj: autor

Přidáním váhy do výpočtu je možné zachytit pokles u výše váženého agregovaného poměru u všech krajů oproti hodnotám agregovaného koeficientu z grafu na obrázku č. 7. Je tak zřejmé, že silnější proudy jsou obecně obslouženy lépe než slabší. Největší pokles zaznamenává Karlovarský kraj – 30 %, následovaný Pardubickým krajem – 19 % a Plzeňským krajem – 17 %. Důvodem vysoké změny je nerovnoměrné rozložení intenzity přepravních proudů. Několik nejsilnějších proudů je veřejnou dopravou obsluhováno dobře, ale u velkého množství slabších proudů je napojení na ni nedostatečné.

Situace v těchto krajích jsou ovlivněny následujícím. V Karlovarském kraji situaci pozitivně ovlivňuje přítomnost železničního spojení mezi obcemi Klášterec nad Ohří a Kadaň v Ústeckém kraji a obcemi Ostrov a Karlovy Vary v Karlovarském kraji, mezi kterými existuje relativně silná přepravní poptávka. Koeficient poměru je v těchto případech nízký – mezi 1,3 a 1,6. Hodnotu váženého agregovaného poměru Pardubického kraje pozitivně ovlivňují silné dojezdové proudy vycházející z Hradce Králové a směřující do Pardubic, ale i do jiných obcí,

se zastávkou na železniční trati spojující tato dvě města. Podrobněji je situace v této oblasti popsána v kapitole 3.4 Ukazatele pro dvojice krajů.

Kraji s nejmenší změnou jsou Liberecký kraj a Kraj Vysočina oba s poklesem agregovaného koeficientu o 1 %. Převážné proudy směřující do Kraje Vysočina mají malý rozptyl hodnot intenzity, jejich váha se tak neprojevuje výrazně. V případě Libereckého kraje je situace odlišná, ústí do něj proudy s variabilní hodnotou intenzity, ty nejsilnější však disponují poměrovým koeficientem, který je blízký hodnotám průměru celého kraje a změna tak není výrazná.

### 3.4 Ukazatele pro dvojice krajů

Organizace dopravy je kompetencí jednotlivých krajů, provázanost vedení linek veřejné dopravy v periferiích těchto celků se odvíjí od vzájemné snahy dvou sousedních systémů realizovat v této oblasti spolupráci. Všechny krajem provozované integrované dopravní systémy sousedí alespoň se dvěma jinými. Prostupnost krajských hranic tak nelze hodnotit pouze na základě ukazatelů pro celý kraj, které průměrují hodnoty průchodnosti z všech okolních krajů. V této kapitole jsou prezentovány hodnoty pro jednotlivé úseky krajských hranic podle dvou sousedních krajů. Úroveň propojenosti je vypočítávána na základě následujícího vztahu č. 4, který hodnotí průměrnou hodnotu poměrového koeficientu dojezdových proudů mezi dvojicí krajů. Do výpočtu vstupují proudy, které mají zdroj v obalové zóně v kraji A a ústí do kraje B nebo opačně. Platí také omezení, kdy se zohledňují pouze dostatečně signifikantní proudy – s intenzitou 4 a více denních dojíždějících. V této sekci není porovnávána dojížděka do hlavního města Prahy, pro níž nebyly měřeny výjezdy.

$$agpomdvoj = \bar{\varnothing} pom_k \quad [-] \quad (4)$$

kde:

*pom* ... koeficient poměru [-]

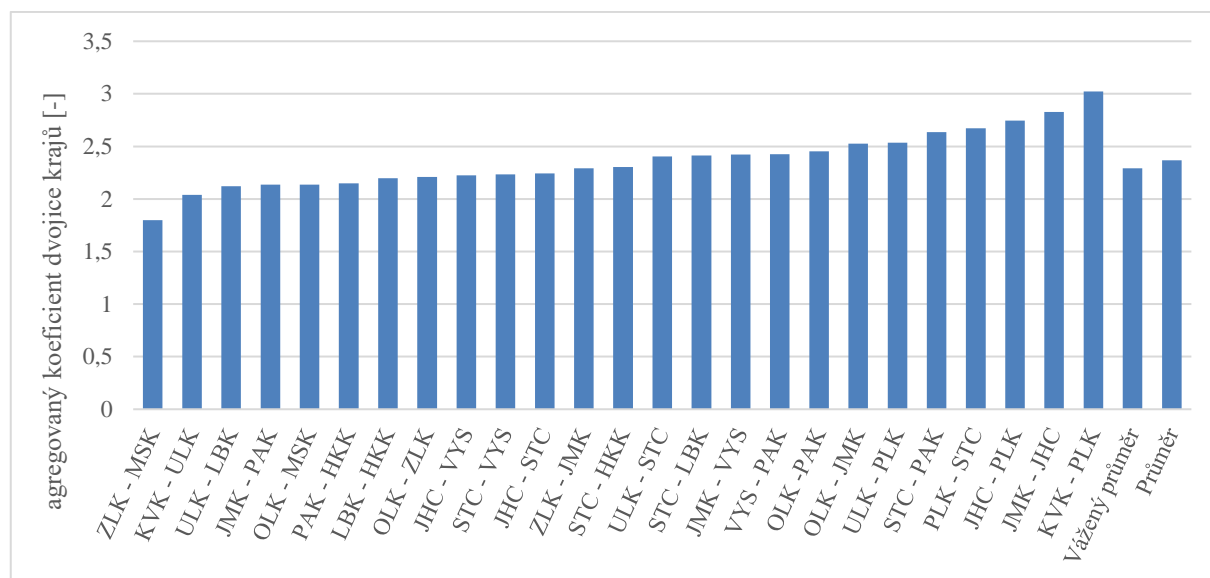
*k* ... proudy mezi dvěma kraji

*agpomdvoj* ... průměrný koeficient poměru přepravních proudů mezi dvěma kraji [-]

→ dále jen agregovaný koeficient dvojice krajů

Následující graf zobrazuje úroveň propojenosti dopravy mezi dvojicemi sousedních krajů. Výška sloupce reprezentuje agregovaný koeficient dvojice krajů. Sloupec globální průměr je agregovaným koeficientem všech sledovaných proudů, sloupec průměr je čistým

průměrem hodnot v grafu. Pro vybrané dvojice krajů je situace reprezentována v tematických mapách.

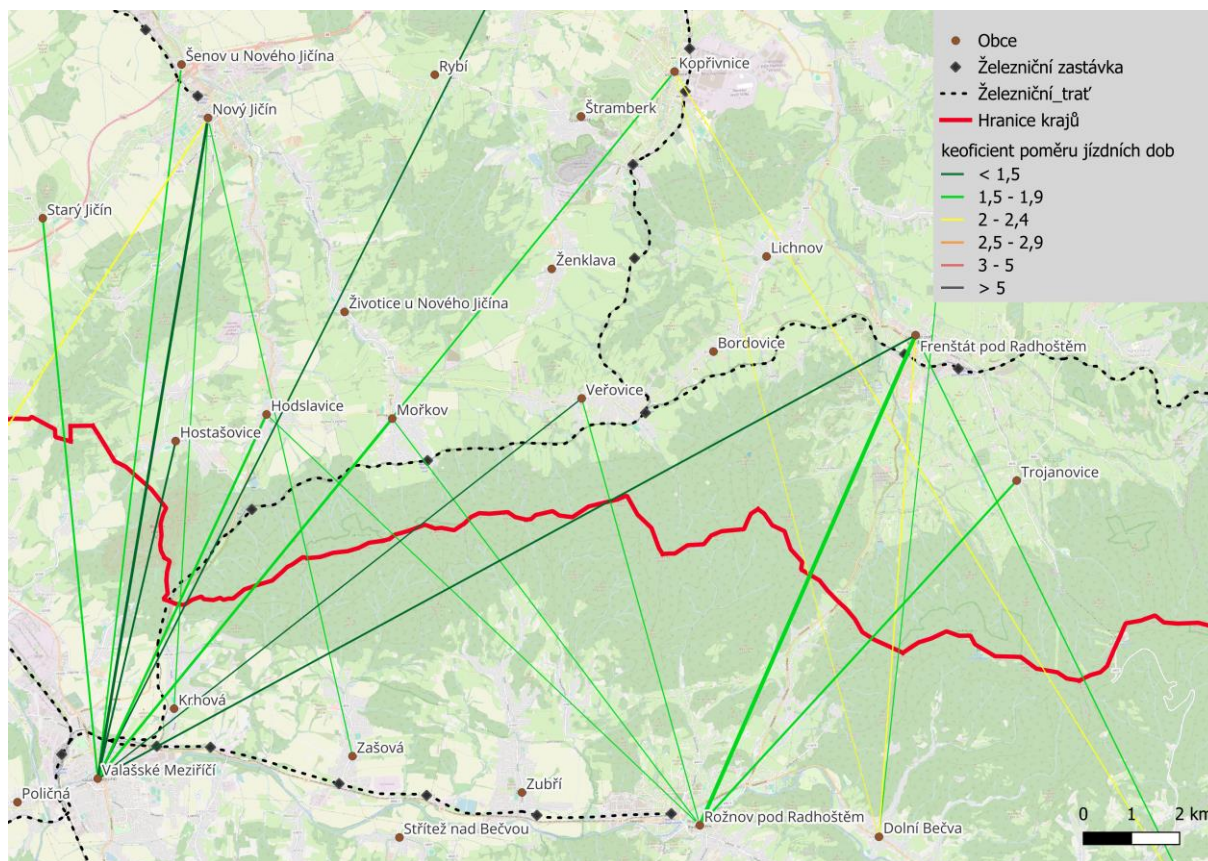


Obrázek 10: Graf vzájemné propojenosti dvojic krajů

Zdroj: autor

### 3.4.1 Zlínský a Moravskoslezský kraj

Nejllepší propustností v průměru disponuje dvojice Zlínského a Moravskoslezského kraje s agregovaným koeficientem dvojice krajů 1,8. Tomuto stavu přispívá rozmístění obcí, nacházejících se v zájmové oblasti. V rádiusu 2,5 km od krajské hranice se nacházejí města Nový Jičín, Kopřivnice, Frenštát pod Radhoštěm v Moravskoslezském kraji a Valašské Meziříčí a Rožnov pod Radhoštěm ve Zlínském kraji, která jsou cílem velkého množství dojížděk. Krajská hranice v této oblasti probíhá hřebenovým pásem Beskyd, to má dopad navedení silnic, horským pásmem probíhá pouze několik pozemních komunikací. Autobusové linky veřejné dopravy tak sdílejí podstatnou část trasy s trasou určenou výpočetním modelem pro IAD. Efekt je posílen malým množstvím projížděných obcí, to znamená i nižší ztrátu způsobenou zastavováním na zastávkách nebo zajižďkami k nácestným zastávkám. Oba kraje jsou také spojeny železniční tratí číslo 323 a 325, která uspokojuje přepravní poptávku menších obcí. Situace je znázorněna na obrázku č. 11, kde jsou v tematické mapě zobrazeny přepravní proudy překračující hranici mezi Zlínského a Moravskoslezského kraje. Barva linií reprezentuje hodnotu koeficientu poměru jízdních dob. Pro zachování čitelnosti jsou v mapě vyobrazeny pouze přepravní proudy s intenzitou 10 a více denních dojíždějících.



**Obrázek 11: Obslužnost na hranicích Zlínského a Moravskoslezského kraje**

Zdroj: autor, podkladová data (17)

### 3.4.2 Královéhradecký a Pardubický kraj

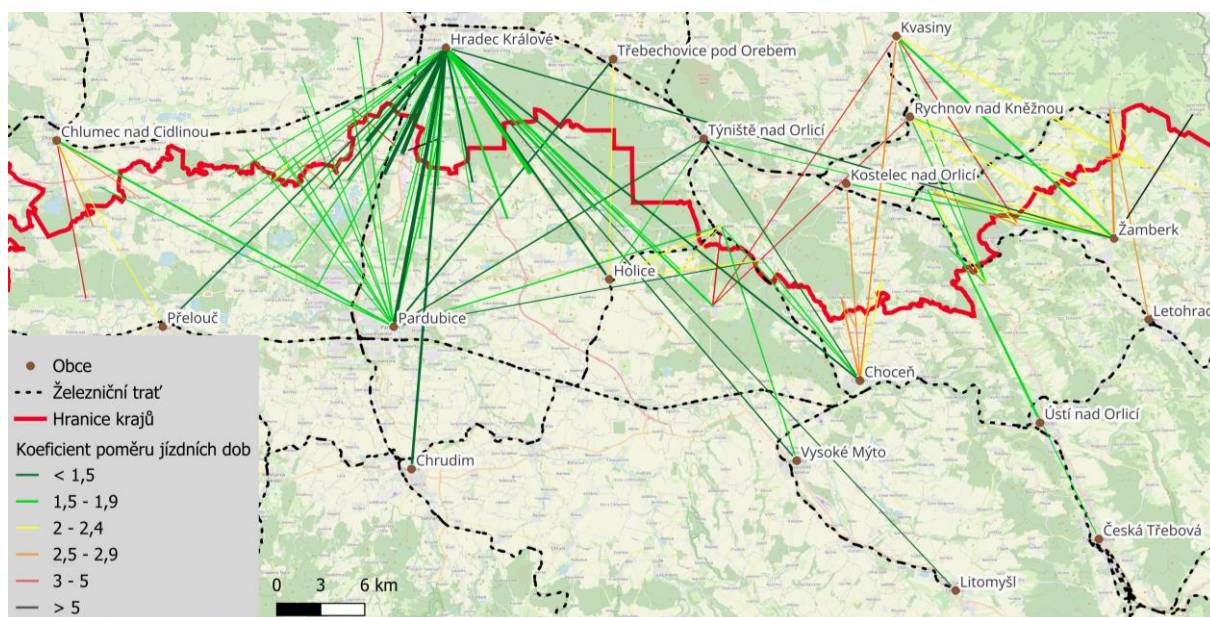
Dvojice krajů Královéhradecký a Pardubický jsou jedním ze dvou případů, kdy dva kraje provozují jeden integrovaný dopravní systém – IREDO. V kontrastu se systémem PID, jíž provozují Hlavní město Praha a Středočeský kraj a kde lze pozorovat silné funkční propojení s těžištěm v hlavním městě, se v tomto případě jedná o dva populačně velmi podobné celky, kde každý kraj má své spádové středisko. Hranice je prostupnější než u většiny ostatních krajů. Agregovaný koeficient dvojice krajů dosahuje hodnoty 2,1, průměr ostatních krajů je 2,3.

Lépe obsloužena je západní část hranice, kde se nacházejí krajská města, obě jsou významnými uzly, do nichž ústí většina sledovaných proudů v této oblasti. Zajímavostí je fakt, že všechny, vyjma tří intenzitou minoritních, sledované proudy směřující do Hradce Králové nebo do Pardubic nepřekračují koeficient poměru hodnotu 2. To vypovídá o vysoké efektivitě autobusového systému v lokalitě, většina obcí v této oblasti je totiž obsluhována tímto způsobem. V tomto případě je jednoznačně pozorovatelný pozitivní dopad společného postupu obou samospráv. Faktorem, který přispívá k dobré obslužnosti veřejnou dopravou, je ale také samotná sídelní struktura. Města s populací nad 90 000 obyvatel vzdálená od sebe 20 km



se přirozeně funkčně propojují, tím vzniká přepravní poptávka po spojení obou měst veřejnou dopravou. Z toho benefitují také obce v blízkém okolí.

Ve východní polovině se situace výrazně odlišuje, průměrný poměr jízdních dob se zde vyrovnává průměru ostatních krajů. Některá spojení jízdní dobou překonávají jízdu automobilem trojnásobně. Obec Bartošovice v Orlických horách v nejvýchodnější části Královéhradeckého kraje je veřejnou dopravou dosažitelná v pětinasobné době. Obrázek č. 12 zachycuje přepravní proudy překračující hranici Královéhradeckého a Pardubického kraje. V mapě jsou zachyceny přepravní proudy intenzitou 10 a více denních dojíždějících.



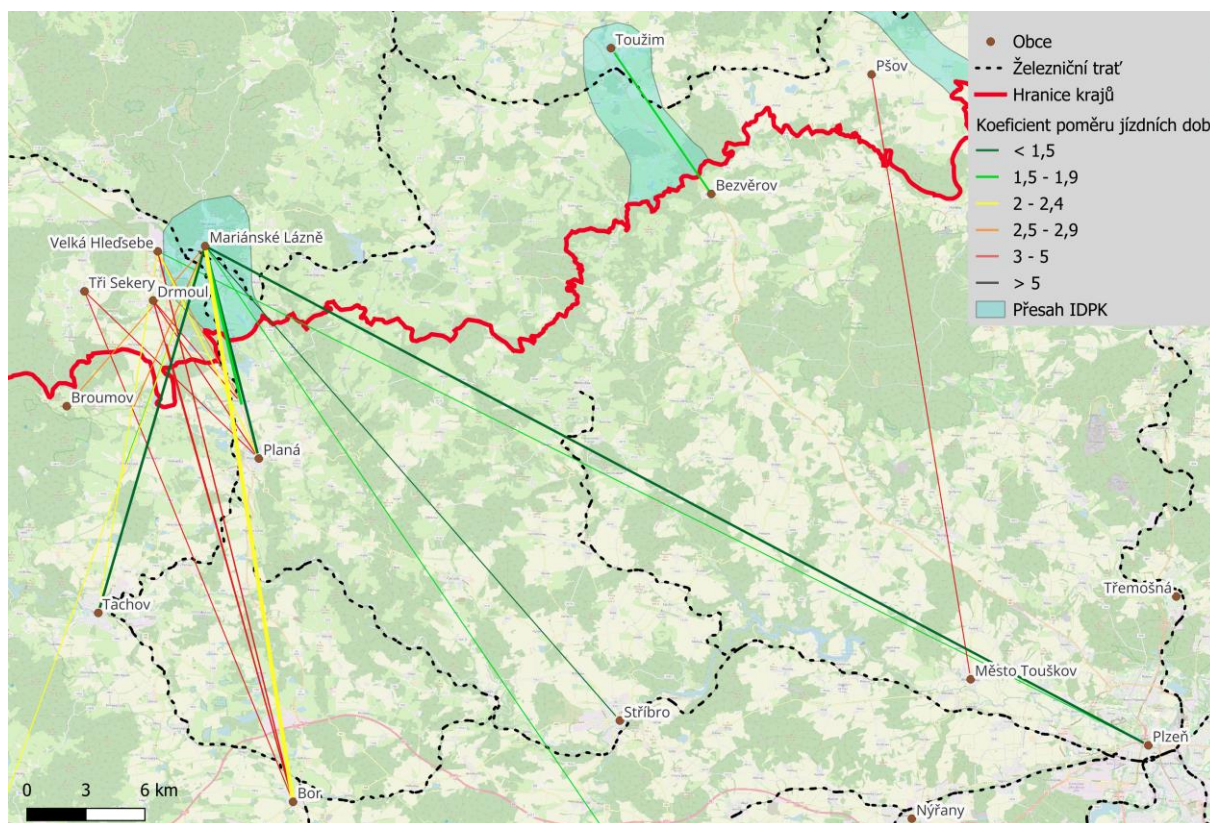
**Obrázek 12: Obslužnost na hranicích Královéhradeckého a Pardubického kraje**

Zdroj: autor, podkladová data (17)

### 3.4.3 Karlovarský a Plzeňský kraj

Nejhůře prostupnou periferní oblastí je hranice mezi Karlovarským a Plzeňským krajem. Cesta veřejnou dopravou je zde v průměru třikrát delší než přesun automobilem. Spojení veřejnou dopravou je konkurenceschopné, pokud se výjezdové a dojezdové obce nacházejí na železnici. Při zobrazení překryvů integrovaných systémů je patrná souvislost přesahů IDPK a jízdních poměrů, kdy proudy vycházející z oblasti mimo integrovaná území hůře konkurují individuální automobilové dopravě. Spoje obsluhující obce v okolí Mariánských Lázní jsou směřovány do dopravního uzlu nacházejícím se v tomto městě, a tak je i pro krátké dojížděky nutné přestupovat. Do jízdních časů VHD se tak promítají doby čekání na navazující spoje. V některých případech je nutné přestupovat vícekrát. V případě tří proudů se koeficient poměru pohybuje nad hodnotou 5. Kromě nepříliš rozvinutého propojení

dopravních systémů v tomto případě negativně ovlivňuje prostupnost vysoká vzdálenost mezi sídly a nízká hustota zalidnění regionu. Ta se projevuje nižší přepravní poptávkou, a v návaznosti na to menším počtem spojů veřejné dopravy.



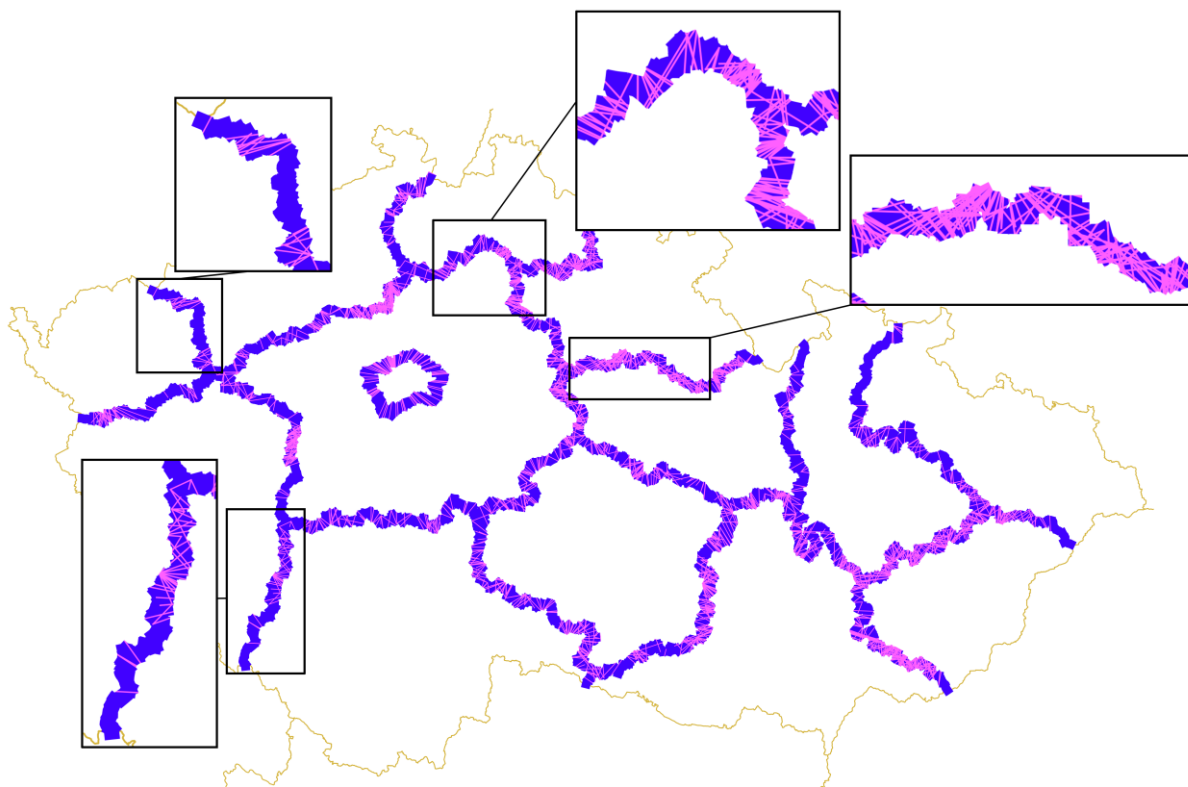
**Obrázek 13: Obslužnost na hranicích Karlovarského a Plzeňského kraje**

Zdroj: autor, podkladová data (17)

### 3.5 Prostupnost krajských hranic ve vybraných oblastech

Díky polohovému ukotvení dat je možné úroveň spojení hodnotit i v geografickém kontextu. V této části jsou přepravní vazby mezi jednotlivými kraji hodnoceny dle oblastí bez ohledu na to, v jakém kraji mají zdroj a v jakém ústí.

Parametry zvolené k výběru přepravních proudů, zejména filtr dle umístění v obalové zóně hranice, umožňují orientačně nastínit polohu míst, kde dochází k překračování krajských hranic. Na obrázku č. 14 jsou vyobrazeny průniky linií s krajskými hranicemi. Každá fialová linie v modrém poli reprezentuje jeden proud, o intenzitě alespoň 4 osob za den, který vychází ze zájmového území.



**Obrázek 14: Průchod přepravních proudů krajskými hranicemi**

Zdroj: autor

V mapě lze identifikovat shluky proudů, vycházejících ze zájmového území, a také prostor, kde mezikrajská přeprava ve stanovené intenzitě proudu 4 a více dojíždějících denně neprobíhá. Poloha shluků proudů se odvíjí od rozmístění větších sídel, u nichž lze předpokládat, že budou zdrojem či ústím většího počtu linií. Tento jev je pozorovatelný například v okolí Mladé Boleslavi nebo Hradce Králové, obě města se nacházejí v blízkosti hranic krajů, což se projevuje větším počtem dojížděk přes blízké hranice. Počet linií je také úzce spojen s hustotou zalidnění periferních oblastí krajů. Plzeňský a Jihočeský kraj, kde v okrajových oblastech žije v přepočtu na plochu menší počet obyvatel, je rozpoznatelný značný úbytek čar, stejná situace nastává i v severní části Olomouckého kraje. Extrémními případy jsou plochy vojenských újezdů, které se nacházejí v zájmovém pásmu – Hradiště, Březina a Libavá, kde je počet obyvatel nulový. Tyto územní jednotky tak nejsou zdrojem ani ústím žádného proudu.

Z porovnání míst, kde přepravní proudy překračují hranice, s překryvy integrovaných systémů, je patrné, že propojení systémů IREDO a PID, stejně jako probíhající snahy o propojení PID s IDOL a PID s DÚK, je smysluplné. Cestujícím v těchto oblastech je poskytováno větší pohodlí z hlediska tarifu nebo, a potenciálně také linkového vedení, oproti těm, kteří se pohybují v místech bez propojení. Na příkladu hranice mezi Olomouckým



a Zlínským krajem je však patrné, že nepropojenost tarifů nemusí být překážkou pro dojížděku mezi kraji. Podobně je tomu i v případě Jihomoravského kraje a Vysočiny, či Jihomoravského kraje a Zlínského kraje.

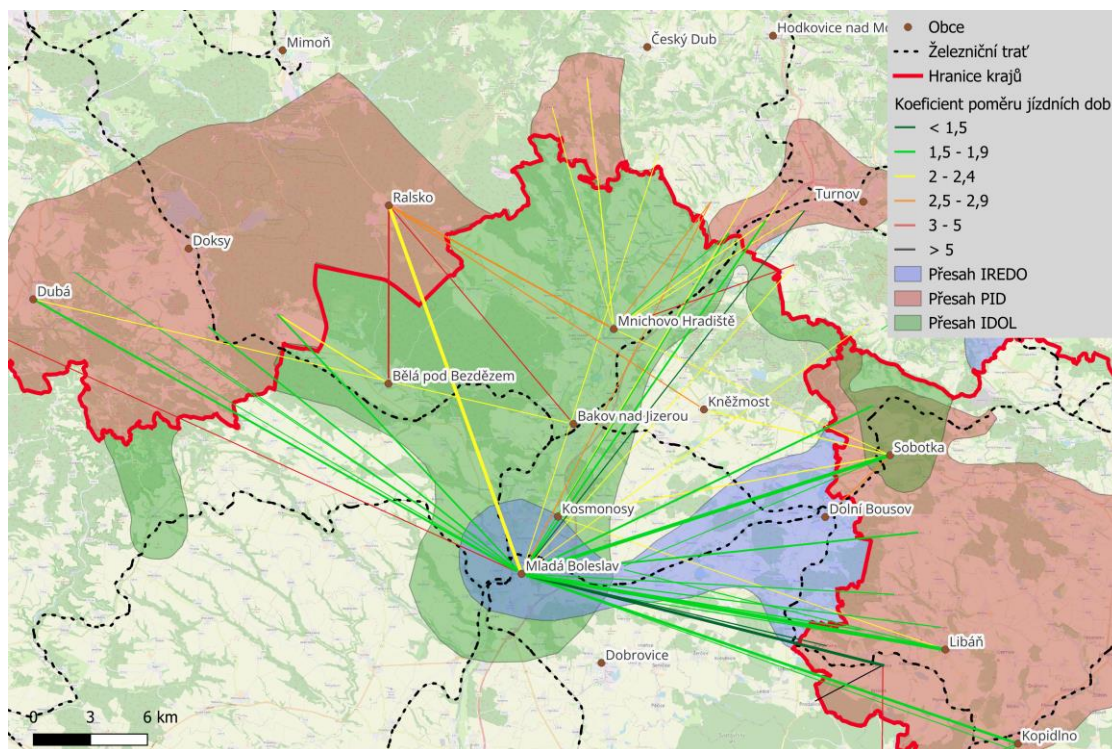
Z existujících snah o propojování systémů lze usuzovat, že vycházejí ze zájmu cestujících. Pokud by tato teze platila, prioritou, pro další rozšíření těchto propojení, by se stalo řešení situace mezi moravskými regiony. Naproti tomu minimální tlak na propojení lze očekávat mezi Olomouckým a Moravskoslezským krajem, konkrétně v severozápadní části Olomouckého kraje, kde těmto propojením brání geografický reliéf – pohoří Jeseníky.

V místech, kde se nacházejí shluky linií, dochází k většímu množství přeshraničních vyjížděk z blízkého okolí sousedního kraje. Cestující změnu krajské příslušnosti spoje pocítuje změnou přepravních a tarifních podmínek a vedením trasy spojů. Situace se odvíjí od vzájemné propojenosti systémů. V následující části je porovnána situace tarifního pokrytí v místech s větším množstvím přeshraničních vyjížděk.

### **3.5.1 Mladoboleslavsko**

Severovýchodní část středočeského kraje – Mladoboleslavsko je oblastí se vysokým počtem dojezdových proudů, které procházejí krajskými hranicemi. Místy zdroje proudů jsou Liberecký a Královéhradecký kraj. V této oblasti je na strukturu přepravních proudů reagováno všemi sousedními integrovanými systémy. PID tarifně pokrývá a spoluorganizuje vedení autobusových linek v Libereckém a Královéhradeckém kraji, které jsou spádovými oblastmi měst Mladé Boleslavi, Mnichova Hradiště a dalších větších obcí ve Středočeském kraji. IREDO integruje hlavně oblasti kolem železniční trati 064 do Mladé Boleslavi, přičemž přesah je zaveden jednoúčelově pro přesun z Královéhradeckého kraje na Mladoboleslavsko a zpět. IDOL uplatňuje podobný přístup, který zohledňuje dominanci dojížděk směrem do Středočeského kraje. Výčnělek přesahu ale, na rozdíl od systému IREDO, integruje autobusové linky ve větším rozsahu než kolem trati, která oba kraje spojuje.

Koeficienty poměrů jízdnicích dob proudů směřujících do exponovaných oblastí se pohybují do hodnoty 2, nebo tuto hodnotu překračují jen mírně. Naopak oblasti, do kterých ústí nižší suma intenzity proudů jsou veřejnou dopravou dostupné v čase, převyšujícím přesun automobilem v průměru více než dvojnásobně. V tematické mapě na obrázku č. 15 jsou zobrazeny tarifní překryvy. Pro přehlednost jsou vyneseny pouze přepravní proudy, které směřují do Středočeského kraje a mají intenzitu 10 a více dojíždějících osob denně.



Obrázek 15: Mezikrajská spojení – Mladoboleslavsko

Zdroj: autor, podkladová data (17)

### 3.5.2 Rakovnicko – Čtyřmezí

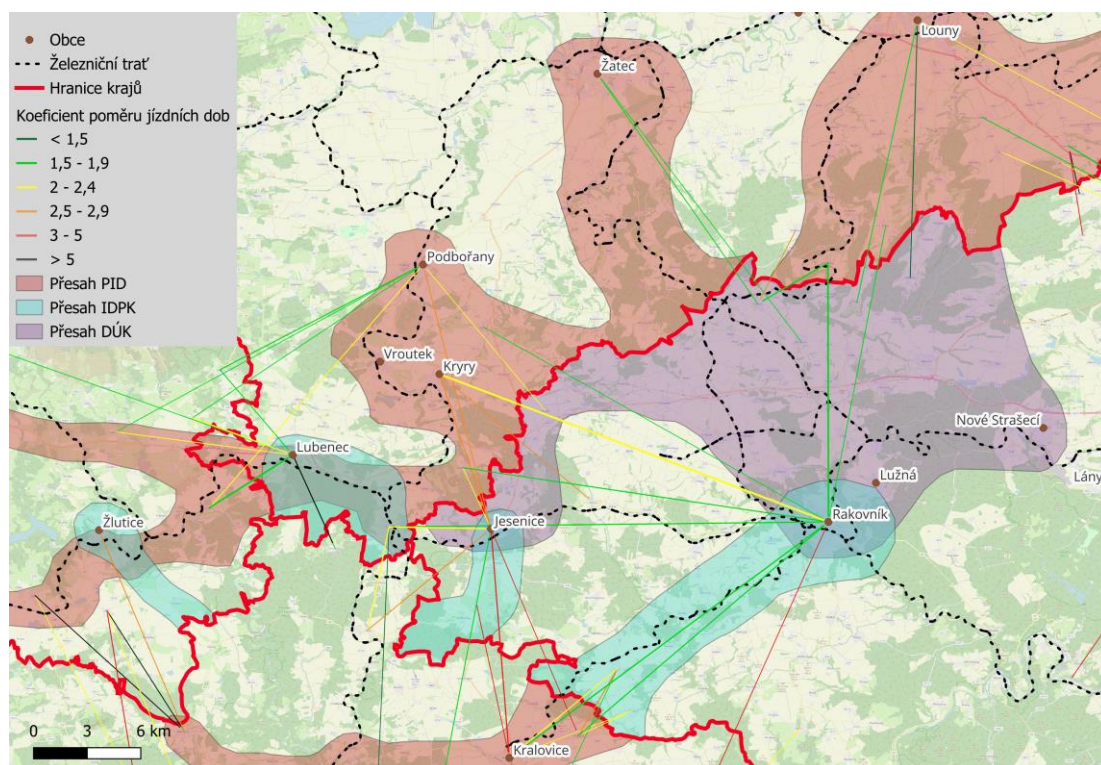
Projekt Čtyřmezí tarifně protíná integrované systémy čtyř krajů. Nejsilnějšími přesahy v této oblasti disponuje Pražská integrovaná doprava. To odpovídá struktuře vyjížděk, kdy nejsilnější proudy ze zájmové oblasti směřují radiálně z ostatních krajů do města Rakovník. Obce, které jsou zdrojem vyjížděk jsou tímto dojezdovým krajem zaintegrovány, totéž platí opačně, oba kraje, Ústecký a Plzeňský, tarifně dosahují do Rakovníka. Podrobnější popis spolupráce dopravních systémů v této oblasti je uveden v kapitole 1.2.1 – Projekt Čtyřmezí.

Proudy s intenzitou 10 a více dojíždějících denně, směřující do Rakovníku, jsou zajišťovány spojeními veřejné dopravy, jejichž jízdní doba je oproti IAD méně než dvojnásobná. Naopak jednotky slabých proudů dosahují nebo překračují hodnoty koeficientu poměru 4. V jednom případě neexistuje ve sledovaném období spojení žádné, jedná se o proud s intenzitou 4 osoby denně se zdrojem v obci Tis u Blatna. Mimo časové okno existuje spojení s koeficientem poměru 3,14.

Ústecký kraj je v této oblasti cílem malého počtu denních dojíždějících. Proudů s intenzitou 10 a více dojíždějících denně, dosahují průměrného poměrového koeficientu 2,2. Stejně jako v předchozím případě i zde se nacházejí slabé proudy s koeficientem poměru

jízdních dob nad hodnotou 4. Spoje vycházející ze Středočeského kraje jsou integrovány v obou systémech. Do Karlovarského kraje směřují v řešené oblasti pouze jednotky proudů s nízkou intenzitou. Ve všech případech se koeficient poměru jízdních dob pohybuje mezi 1,5 a 2,6. Provázanost tarifní integrace je zajištěna sousedními kraji. Specifická situace nastává v případě dojížděk do Plzeňského kraje, výjezdové obce jsou sice systémem integrovány, ale hodnoty poměru tomuto stavu neodpovídají. Pro 40 % sledovaných spojení nabývá koeficient poměru jízdních dob hodnoty nad 3, z toho tři proudy se poměrem pohybují výrazně nad hodnotou 5.

Ačkoliv je projekt Čtyřmezí jedním z nejpokročilejších projektů týkající se tarifní provázanosti, ve sledovaném rádiu uspokojuje proudy s relativně nízkou přepravní poptávkou. V oblasti také existují výrazné rozdíly v rozsahu integrace jednotlivými IDS. Největší provázaností disponují systémy PID a DÚK, propustnost rozhraní IDOK a IDPK naopak zaostává i v globálním srovnání. Výrazně dominantní je v této lokalitě systém PID, který přesahy zasahuje na území všech ostatních krajů. IDOK naopak vně Karlovarského kraje nezasahuje, tarifní provázanost zajišťují ostatní kraje Čtyřmezí. Kraj z projektu benefituje lepší návazností linek mezi regiony. Situace je znázorněna na obrázku č. 16, na kterém jsou zobrazeny přesahy jednotlivých integrovaných systémů a přepravní proudy s intenzitou 5 a více dojíždějících denně.

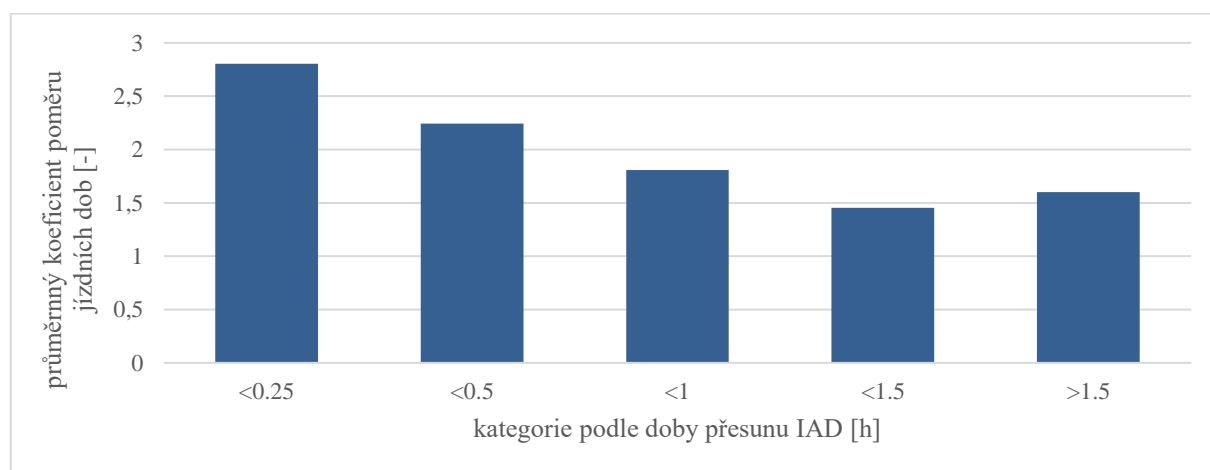


Obrázek 16: Mezikrajská spojení – Čtyřmezí

Zdroj: autor, podkladová data (17)

## 4 KRITICKÁ MÍSTA

Pro jednoznačnou identifikaci kritických míst na dopravní síti veřejné hromadné dopravy bylo v této práci sestaveno relevantní kritérium, pro výběr spojení, která představují úzká hrdla v mezikrajské mobilitě. V následujícím grafu na obrázku č. 17 jsou zobrazeny průměrné koeficienty poměru jízdních dob VHD a IAD v závislosti na kategorii určené dle dojezdové doby IAD s přírážkami. S přirůstající časovou vzdáleností lze pozorovat hrubý pokles průměrného koeficientu poměru jízdních dob. Z tohoto trendu vychází i metrika, rozlišující dopravní proudy, pro něž je dopravní nabídka veřejnou dopravou neuspokojivá. Ta předpokládá, že kromě samotného poměru je do výpočtu mezní hodnoty potřeba zanést i údaj o časové náročnosti cesty. Cestující vnímá poměr jízdních dob výrazněji pokud je cesta časově náročnější. Pokud například přesun automobilem trvá 10 minut a jízda veřejnou dopravu 20 minut vychází koeficient poměru jízdních dob 2, stejného poměru je ale dosaženo i pokud přesun trvá 1 hodinu, respektive 2 hodiny. Při delších přesunech, zejména při denním dojíždění, lze předpokládat, že tolerance relativní časové ztráty při jízdě VHD s narůstající vzdáleností klesá. Metoda navržená pro selekci nevyhovujících míst z tohoto předpokladu vychází. Oproti použití metody založené na poměru jízdních dob, může být tato metoda aplikovatelná na všechny zjištěné hodnoty spojení plošně.



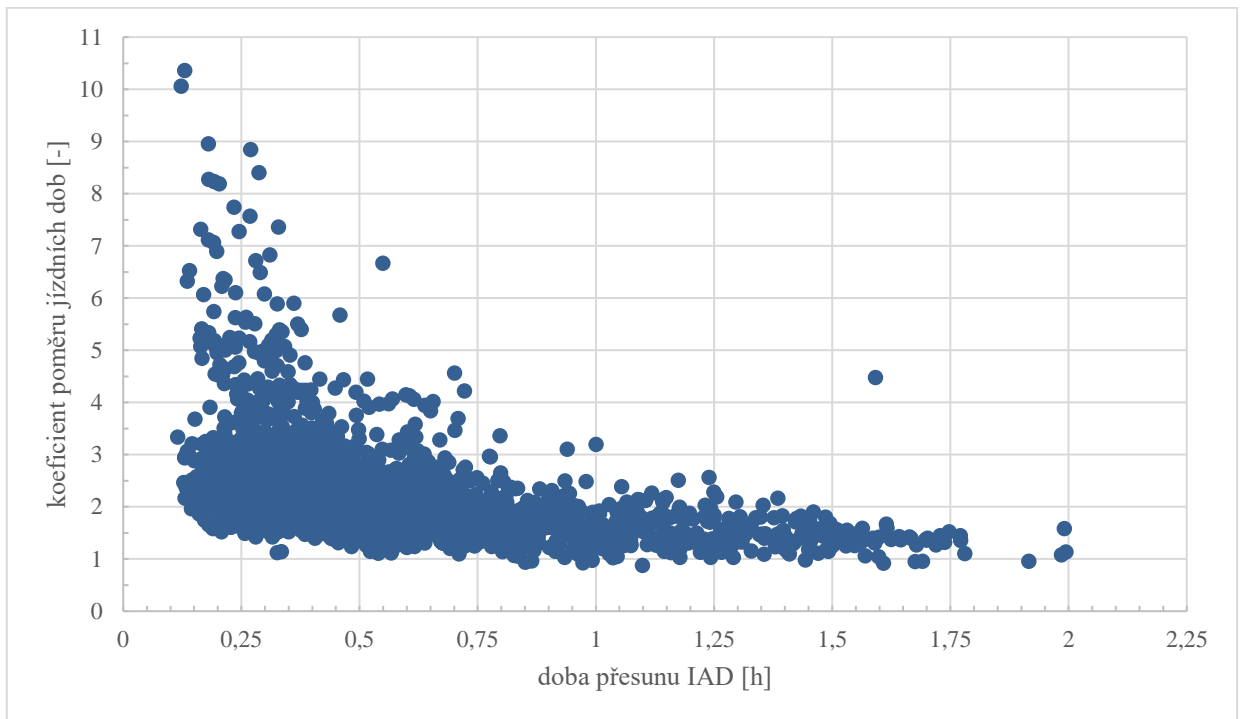
**Obrázek 17: Graf průměrného koeficientu poměru podle doby přesunu IAD**

Zdroj: autor

Jako referenční vstupy pro časové údaje o přesunu byly zvoleny jízdní doby automobilem s přírážkami. Tento postup koresponduje s poměrovými ukazateli použitými pro hodnocení prostupnosti krajských hranic, které z této hodnoty také vycházejí. Referenční hodnoty jízdy automobilem jsou hodnoceny jako časově optimální.



V grafu na obrázku č.18 jsou vyneseny body, které na vertikální ose reprezentují poměr jízdnicích dob v závislosti na jízdnicí době individuální automobilovou dopravou s přírážkami – osa x. Při pohledu na hodnoty, prezentující tuto závislost, lze identifikovat shluky bodů, a také body které se od míst s větší koncentrací odchyľují. Graf také zachycuje trend snižující se relativní časové ztráty při jízdě VHD, která se projevuje s přibývajícím referenční dojezdovou dobou automobilem.



**Obrázek 18: Graf koeficientu poměru jízdnicích dob v závislosti na době přesunu IAD**

Zdroj: autor

#### 4.1 Návrhové hodnoty optimálního a kritického stavu

Pro separaci míst, kde je kvalita obsluhy VHD oproti IAD nedostatečná, je nutné stanovit maximální přípustnou velikost koeficientu poměru jízdnicích dob. Navrhované cílové hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 3. Řádek *referenční doba přepravy IAD* reprezentuje nezávislou proměnnou, ke které jsou vztaženy odchylky. V řádku *cílový koeficient doby přepravy* jsou zobrazeny cílové hodnoty koeficientu poměru jízdnicích dob. Pro proudy s vyšším koeficientem poměru jízdnicích dob je obsluha VHD hodnocena jako nevyhovující, *cílová doba přepravy VHD* ukazuje jízdnicí doby VHD po vynásobení koeficientem poměru jízdnicích dob. Pro kratší jízdnicí doby, je tolerance vyšší, neboť se v těchto případech do jízdnicích dob výrazně promítají přírážky k jízdnicím dobám. Pro vyšší hodnoty jízdnicích dob byl stanoven princip snižující se relativní časové ztráty při rostoucím referenčním čase přesunu.

**Tabulka 3: Návrhové hodnoty pro určení kritických míst**

<b>Referenční doba přepravy IAD</b>	15 min	30 min	1 hod	1 hod 30 min	2 hod
cílový koeficient doby přepravy	$\frac{3}{1}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{5}{4}$
cílová doba přepravy VHD	45 min	1 hod	1 hod 30 min	2 hod	2 hod 30 min

Zdroj: autor

Aby bylo možné se na rozsahu dat pohybovat spojitě, byly cílové hodnoty proloženy trendovou funkcí. Tvar rovnice (5) byl vypočten v aplikaci Desmos (20).

$$y = 0,5x^{-1} + 1 \quad (5)$$

kde:

$y$  ... cílový koeficient doby přepravy [-]

$x$  ... čas přesunu IAD [h]

Přestože křivka respektuje navržené cílové hodnoty, je nutné ji modifikovat. Nad křivkou se totiž nachází velké množství hodnot, což pro určení kritických míst není vhodné. V části, kde se hodnoty osy  $x$  blíží nule funkce připouští neúměrně vysoký koeficient poměru jízdních dob. Pro hodnotu 6 minut až 6násobek, tedy 36 minut. Křivka tak byla modelována do tvaru, který odpovídá reálnému stavu. Výsledkem jsou dvě varianty exponenciálních funkcí – optimální (6) a kritická (7).

$$y_{opt} > 1,614x^{-0,4} + 0,25 \quad (6)$$

$$y_{kri} > 1,2(x + 0,2)^{-0,9} + 1,35 \quad (7)$$

kde:

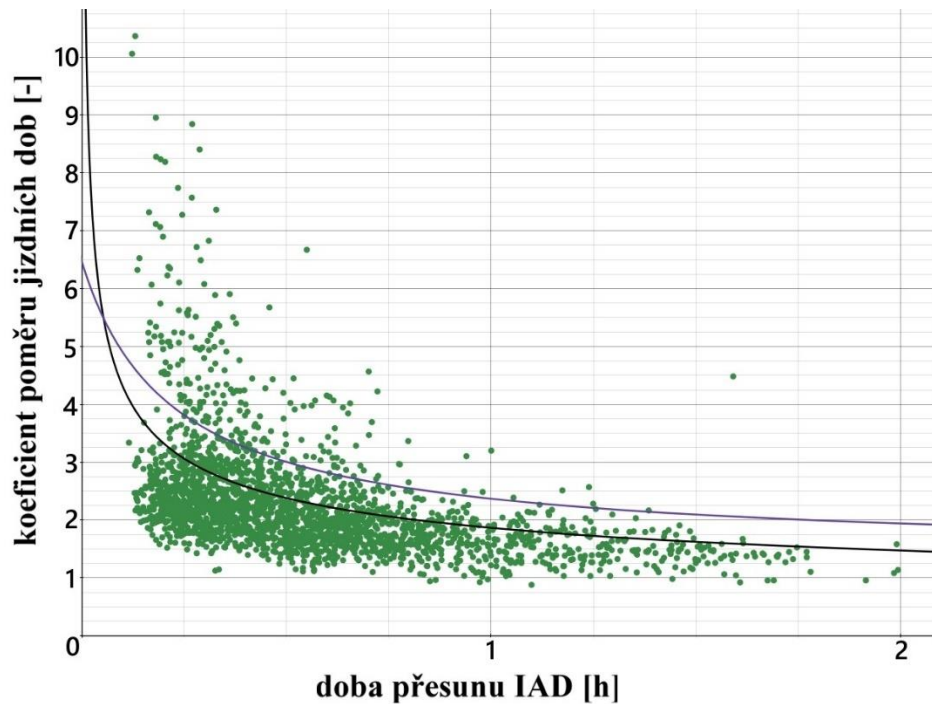
$y_{opt}$  ... přepravní proudy s neoptimálním stavem spojení VHD

$y_{kri}$  ... přepravní proudy s kritickým stavem spojení VHD

$x$  ... čas přesunu IAD [h]

Optimální funkce odstraňuje příliš vysokou toleranci poměrů na krátkých trasách při snaze o zachování navržených hodnot z tabulky. Kritická funkce je modelována s účelem oddělit hodnoty, které se výrazně odchyľují od shluku bodů. Na obrázku č. 19 je vyobrazen průběh funkcí obou. Přepravní proudy, jejichž bodová reprezentace se nachází nad křivkou

optima jsou hodnoceny jako neoptimální, spojení, která se nacházejí nad kritickou křivkou jsou považována za neuspokojivě obslužená veřejnou hromadnou dopravou.



Obrázek 19: Graf funkce optima a kritická funkce

Zdroj: autor

Vzhledem k poloze asymptot, ke kterým funkce konvergují, je nezbytné vymežit rozsah platnosti, pro který je možné tuto metriku používat. Pro hodnoty dojezdových časů blízké nule je jako mez určena hodnota 5 minut. Nejnižší hodnota ze sledovaného vzorku je rovna 6,9 minutám. Na opačné straně dosahuje nejvyšší sledovaná hodnota 1 hodiny 59,7 minut. Rozsah tedy lze pro sledované vyjížďky omezit do 2 hodin jízdy automobilem. Vzhledem k dalšímu průběhu funkce lze maximální využitelnou hodnotu stanovit na 6 hodin, kdy hodnota funkce  $y$  rovna 1. V tabulce č. 4 jsou pro vybrané časové údaje zobrazeny maximální hodnoty koeficientu poměru jízdních dob vypočtených z funkcí optima a kritické funkce. Řádky *doba přepravy – optimum a kritická* ukazují maximální přípustný čas přesunu pro vybrané časy veřejnou dopravou stanovené funkcemi.

**Tabulka 4: Vybrané hodnoty funkcí optima a kritické funkce**

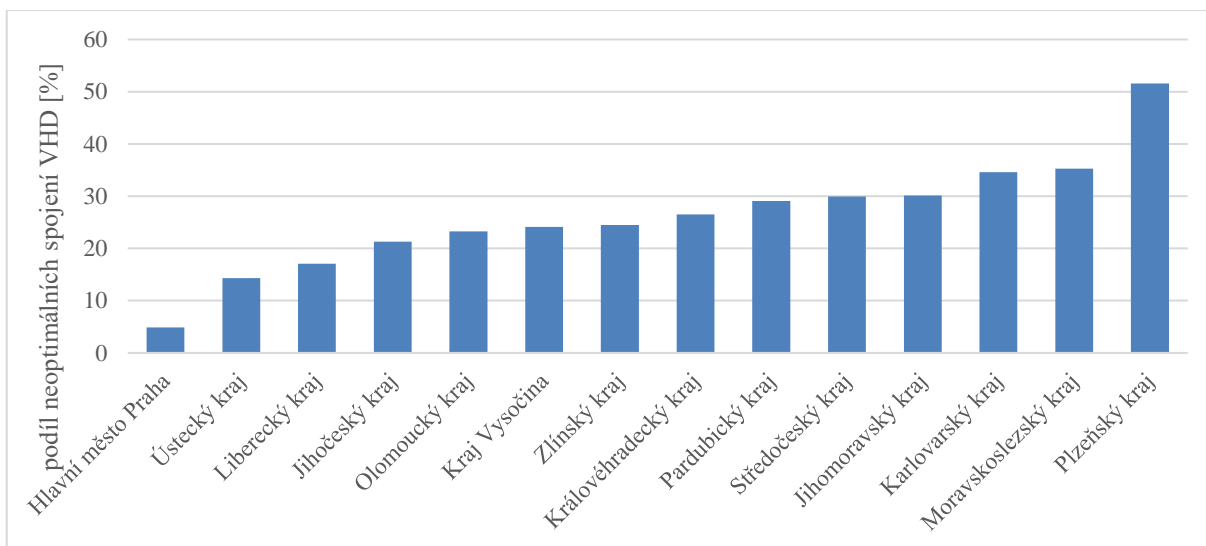
Referenční doba přepravy IAD	10 min	15 min	30 min	1 hod	1 hod 30 min	2 hod
poměr – optimum	3,555	3,06	2,38	1,864	1,622	1,473
doba přepravy VHD	35,6 min	45,9 min	1 hod 11,4 min	1 hod 51,8 min	2 hod 25,9 min	2 hod 56,8 min
poměr – kritická fce.	4,31	3,812	3,04	2,368	2,094	1,94
doba přepravy VHD	43,1 min	57,2 min	1 hod 31,2 min	2 hod 22 min	3 hod 8,5 min	3 hod 52,8 min

Zdroj: autor

## 4.2 Vyhodnocení situací nad křivkou optima

Aplikace křivky optima odhalila ve vzorku 674 nevyhovujících spojení veřejnou dopravou, což je 27 % z celkového počtu analyzovaných spojů. Krajem s nevyšším poměrem neoptimálně obslužených míst je Plzeňský kraj – 51 %, do vysokém podílu se promítají zejména krátké vyjíždky, kde koeficient poměru jízdních dob často přesahuje hodnotu 3. Kritérium ale také odhalilo množství dlouhých vyjížděk s koeficientem mezi 1,5 a 2, jedná se o proudy směřující do krajského města. Zajímavá situace nastává v Jihomoravském kraji, kde ze sledované oblasti okolních krajů dominuje dojíždka do Brna. V těchto případech se čas dojíždky automobilem pohybuje při vyšším okraji spektra, tolerance relativní časové ztráty při jízdě VHD je tak nižší. Kritériem tak nemusí projít ani vyjíždky s koeficientem poměru jízdních dob menším než 2. Kraji s nejnižším poměrem hodnot pohybujících se mimo optimum jsou Ústecký – 14 % a Liberecký – 17 %. Dojíždky do těchto krajů jsou obvykle kratší, v této oblasti kritérium toleruje i vyšší hodnoty poměrů. Krajské porovnání je vizualizováno v grafu na obrázku č. 20. Výška sloupců vyjadřuje procentuální poměr proudů, které směřují do krajů a pohybují se nad hranicí optimálních hodnot.



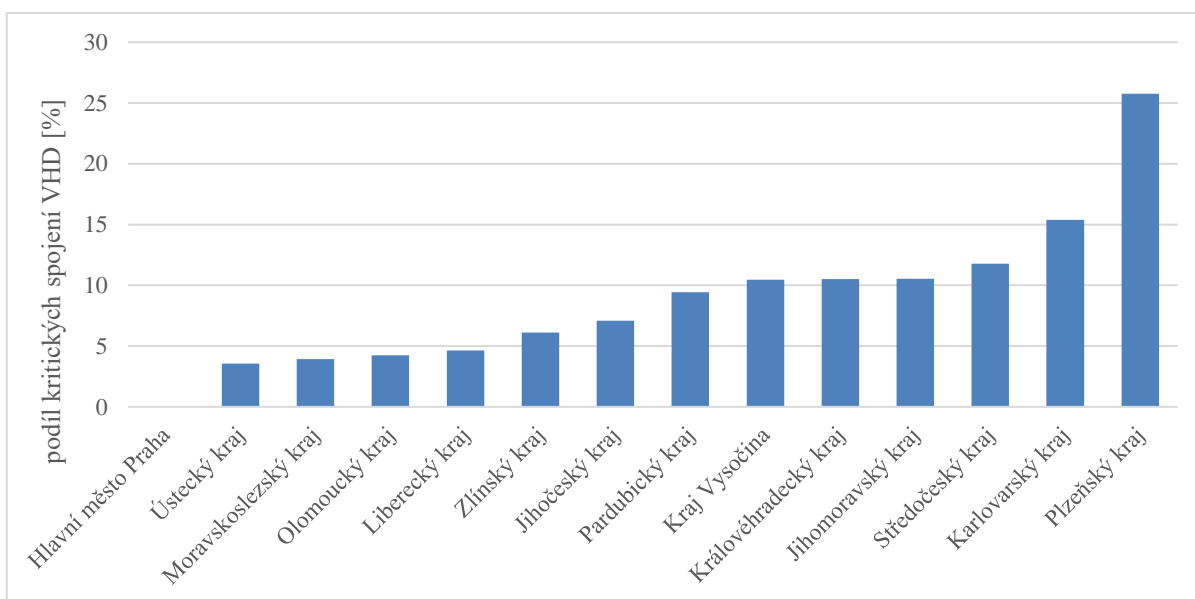


**Obrázek 20: Graf podílu neoptimálních spojení podle krajů**

Zdroj: autor

### 4.3 Vyhodnocení kritických hodnot

Filtr kritických míst odhalil 243 míst s nedostatečnou dopravní nabídkou – 9 % z celkového počtu sledovaných vyjížďkových proudů. Jedná se o místa, která mají poměry dojezdových časů v rozmezích 2 až 2,5 – 5 případů (0,2 %), 2,5 až 3 – 15 případů (0,6 %), 3 až 5 - 143 případů (5,8 %) a více než 5 – 80 případů (3,2 %). Nejhuře dostupným krajem je dle této metriky Plzeňský kraj – 25 % případů dojížděk do tohoto kraje. Zajímavá situace nastala v Moravskoslezském kraji, který se z předposlední pozice přesunul na druhou nejlepší.



**Obrázek 21: Graf podílu kritických spojení podle krajů**

Zdroj: autor

Potenciálně jsou zvláště kritickými místy přepravní proudy, pro které nebylo ve sledovaném období nalezeno žádné spojení. Ve sledovaném vzorku nastala tato situace 17krát. Případy je nutné postoupit další analýze, neexistence spojení ve stanoveném časovém okně, nutně neznámá, že přepravní poptávka není uspokojena. Mimo sledované období mohou být spojení dostupná a v lokálním kontextu bude tento stav dostatečný.

## 5 INTERPRETACE ZJIŠTĚNÝCH VÝSLEDKŮ

Pro korektní interpretaci prezentovaných výsledků je nutné zdůraznit, že metodika použitá v analýze je primárně navržena pro hodnocení stavu mezikrajských spojení veřejnou hromadnou dopravou v globálním měřítku. Tomu odpovídá postup sběru dat o dojížděcích IAD i VHD, který byl koncipován s důrazem na uplatnění strojového zpracování v nejvyšší možné míře. Benefitem zvoleného postupu je snadná replikovatelnost analýzy, neboť zvolený přístup umožňuje opětovné naplnění modelu aktuálními daty, a to s minimálním zásahem člověka. Výstupy je tak možné generovat vždy pro současně platný stav jízdních řádů a sledovat změny sledovaných metrik v čase. Globální hodnocení stavu ale omezuje úroveň rozlišovací hladiny, kdy v rozsahu zpracovávaných dat není možné zachytit vlivy lokálních specifíků. V metodice byly pro potřeby analýzy velkého rozsahu dat použity postupy generalizace a selekce, které mají vliv na podobu měřených údajů a vypočítávaných hodnot. Smyslem výstupů této analýzy je identifikace potenciálně problematických míst v síti přeshraničních konexí veřejné dopravy. Lokality s nevyhovujícím stavem veřejné dopravy je nutné posuzovat individuálně s ohledem na lokální specifika.

### 5.1 Vliv metodologie na zjištěné ukazatele

Pochopení vlivů vytvořené metodologie pro sběr dat o mezikrajských spojeních na výstupy měření je důležité pro vnímání jejich výpovědní hodnoty a limitací. Časové okno je primárně zaměřeno na obyvatele dojíždějící do zaměstnání nebo školských zařízení. Vzhledem ke struktuře dat o přepravních proudech však není možné určit kolik denních dojížděcích se ve stanoveném časovém okně skutečně přesouvá. Skutečný počet denních dojížděcích může být v některých případech nižší. Důsledkem je zahrnutí proudů, které reálně nesplňují stanovenou intenzitu. V krajním případě nemusí existovat žádný cestující, který by využíval analyzovaný proud. Tento stav může nastat v případech s nízkou intenzitou denních dojížděcích osob. Například pokud jsou cestujícími žáci školy, kde je výuka posunutá právě podle dojezdových časů spojů, je pro ně stanovené časové okno irelevantní.

Systém přiřázek k době jízdy individuální automobilovou dopravou a veřejnou hromadnou dopravou je určen s ohledem na rozsah zpracovávaných dat plošně na základě kritéria počtu obyvatel obce. Na výši dojezdových dob ale mají vliv také jiné faktory, jako sídelní struktura preferenční a restriktivní opatření a další. Přiřázka má větší tendenci zkreslovat skutečný stav při krátkých dojížděcích, kde tvoří větší část jízdní doby. V databázi byla pro porovnání ponechána hodnota jízdní doby bez započtení přiřázek.

Šířka, zájmového území ovlivňuje hodnoty agregovaných poměrů vypočítávané pro jednotlivé kraje, nebo segmenty krajské hranice. Změna velikosti obalové zóny kolem krajů může způsobit optické zlepšení nebo zhoršení situace. Na identifikaci problematických míst však toto omezení vliv nemá.

## **5.2 Ukazatele mezikrajských spojení**

Výsledky analýzy mezikrajských spojení je možné posuzovat ve dvou různých úrovních. Zhodnocení napojení vybraného integrovaného dopravního systému na všechny okolní oblasti, poskytuje náhled na situaci skrz jednu hodnotu. Stav je tak možné porovnávat mezi jednotlivými kraji nebo v čase. Je však nutné zdůraznit, že výsledek je průměrem stavu, který se může v různých oblastech lišit. Podrobnější srovnání nabízí porovnání jednotlivých segmentů hranic, dle sousedících krajů. To zohledňuje vzájemnou propojenost přilehlých systémů. Metrika může odhalit systematické chyby v řešení obsluhy mezikrajských proudů.

Druhou rovinou je chápání dat v geografickém kontextu, kdy je možné vytipovat jednotlivá spojení nebo shluky spojení, kde potenciálně dochází k nesouladu dopravní nabídky a směřování přepravních proudů. V tomto měřítku je možné pozorovat změny, které ve veřejné dopravě nastávají po realizaci projektů, optimalizující obsluhu vybrané oblasti. V datech je možné se pohybovat interaktivně a pro jednotlivá spojení je možné zobrazit všechny parametry, které vstupují do vyhodnocení.

Metodika identifikace kritických míst je navržena tak, aby byla aplikovatelná na celý vzorek dat. Funkce optima je účelově modelována tak, aby vyfiltrovala spojení překračující navržené hodnoty jízdních dob. Křivku je možné následně upravovat v závislosti na jiných stanovených cílových časech. Kritická funkce ze vzorku odděluje případy spojení, kde je nedostatečná dopravní nabídka spojení.

Jednotlivá místa identifikovaná jako potenciálně nevyhovující je nutné podrobit hlubší analýze. Rozlišovací hladina analýzy, odvozená od struktury dostupných dat, nepostihne lokální specifika ve všech případech. Výsledky je také třeba chápat v kontextu zájmové oblasti, pro kterou byla analýza provedena, kterou je oblast o průměru 5 km kolem hranice.

## **5.3 Příklad aplikace metodiky**

Pomezí Karlovarského a Plzeňského je hodnoceno jako jedno z míst, kde byla nalezena nevyhovující spojení veřejnou hromadnou dopravou. Při bližším pohledu na okolní oblast Mariánských Lázní je možné nalézt přepravní proudy vycházející z obcí Tři Sekery, Drmoul

a Velká Hleďsebe, v Karlovarském kraji, směřující do obcí Chodová Planá, Planá, Tachov a Bor, v Plzeňském kraji. Proud, který vychází z Mariánských Lázní do stejných cílových obcí jsou obsluženy lépe.

Situace vychází z koncepce linkového vedení autobusů. Autobusová linka obsluhující trojici obcí v Karlovarském kraji, je směřována do Mariánských Lázní do přestupního terminálu. Mariánské Lázně jsou s destinacemi v sousedním kraji dobře napojeny železnicí a autobusovou dopravou. Okolní obce však z tohoto rychlého napojení regionu nebenefitují, kvůli nevhodným časovým polohám příjezdu linek do tohoto uzlu. Nejkratší přestupní doba z autobusového spoje v systému IDOK na spoje směřující do Plzeňského kraje v ranních hodinách dosahuje délky 25 minut. Přestup na vlakové spoje ve směru Cheb je 16 minut dlouhý, nabízí se tak úprava jízdní doby spoje 8 linky 410 144 tak, aby byla snížena prodleva způsobená čekáním na návazné spoje. Změna by si vyžádala úpravu schématu některých regionálních autobusových linek, tak aby nebyly ztraceny návaznosti. Například spoj linky 410 115, směřující do Mnichovic, by musela být posunuta o 10 minut.

#### **5.4 Rozšiřitelnost navrženého řešení**

Metodika, navržená pro účely této práce, byla konstruována s důrazem na vysokou míru strojové zpracovatelnosti. Díky tomu je snadné modifikovat a aktualizovat výstupy z analýzy v závislosti na zkoumané oblasti. Řešení umožňuje rozšíření analýzy ve dvou rovinách. Prvním je změna časového období, čímž je možné prodloužit horizont platnosti dat v závislosti na aktuálním stavu jízdního řádu veřejné dopravy. Sestavený program umožňuje změnu parametrů hledání a údaje v databázi je možné automaticky aktualizovat. Druhou rovinou je rozšíření územní platnosti dat nebo zvětšení rozlišovací schopnosti analýzy. Zvětšení zájmového území nebo zahrnutí proudů nižší intenzity rozšiřuje vzorek obcí, mezi nimiž je hledána trasa automobilem. Tento proces v aktuálním řešení vyžaduje vyšší míru uživatelské interakce, při zadávání vzorku k výpočtu na server je nutné zohlednit rozsah dat, který dokáže výpočetní model zpracovat v jedné dávce.

## ZÁVĚR

Tato bakalářská práce byla zaměřena na analýzu mezikrajských spojení veřejné dopravy a její dostupnosti na hranicích krajů v České republice. V teoretické části byly popsány základní principy dopravní obslužnosti a jejich dopad na vedení tras linek autobusové a železniční dopravy v periferních oblastech krajů. Byly představeny obecné postupy, kterými je možné propojovat krajem provozované integrované dopravní systémy. Teoretická část se dále zabývá klíčovými aspekty vzniku přepravních proudů, čímž vytváří základní teoretický rámec pro analýzu mezikrajské dopravy.

Těžiště práce je soustředěno k navržení metodiky sběru dat a identifikace potenciálně problematických míst v síti veřejné hromadné dopravy pro denní dojížděky do zaměstnání a školských zařízení. V návrhové části byl vytvořen postup výběru prvků, pro které je prováděna analýza. Na základě aplikace výběrových kritérií vznikla kolekce přepravních proudů o velikosti 2498 prvků, které reprezentují přepravní proudy probíhající přes hranice samosprávných krajů. Byla také navržena struktura databáze, nad kterou je možné provádět statistické zpracování podle atributů přepravních proudů, jimiž jsou intenzita proudů, vzdálenost přepravy, oblasti zdroje a destinace a další. V databázi jsou přepravní proudy reprezentovány také v geografickém kontextu. Díky čemuž je možné data vizualizovat nad mapovým podkladem a interaktivně jimi procházet.

Součástí řešení je také tvorba programu, který umožňuje strojovou aktualizaci údajů o dopravních spojeních. Tento přístup prodlužuje horizont uplatnitelnosti databáze, neboť měření dat o dopravních spojeních je možné provést s minimálním manuálním zásahem. Možné je také rozšíření zájmové oblasti nebo podmínek pro výběr analyzovaných proudů. V tomto případě je, díky kombinaci využití možností programu geografických informačních systémů, snadné vytvořit novou databázi s vlastním výčtem přepravních proudů.

V práci bylo prezentováno využití dat k analýze mezikrajských spojení, byly navrženy hodnotící ukazatele, na jejichž základě je možné srovnávat stav mezikrajské dopravní obslužnosti podle jednotlivých krajů, nebo dvojic sousedních krajů. Demonstrováno bylo také využití vlastností databáze k zobrazení dat v programech GIS. Byla také navržena dvě globální kritéria, optimální a kritické, pro identifikaci potenciálně nevyhovujících míst v síti veřejné dopravy, platná pro celý soubor dat.

Vytvořená metodika a kolekce dat s údaji o přepravních proudech lze dále využít pro identifikaci kritických míst nebo oblastí v denní mezikrajské dojížděce. Při interpretaci dat

je nutné zohlednit, že cílem navržené metodiky není arbitrárně vyhodnotit stav v dané lokalitě, ale upozornit na rozpor v denní přepravní poptávce a nabídce veřejné hromadné dopravy. K identifikovaným případům je nutné přistupovat individuálně. Oblasti s nevyhovujícím stavem je nutné podrobit detailnější analýze, která zohledňuje lokální přepravní vztahy.

Možnosti dalšího rozvíjení této práce zahrnují zvýšení automatizace sběru a zpracování dat. V současné době probíhá část procesu zpracovávání dat manuálně. Automatizace by umožnila častější a efektivnější aktualizaci databáze dopravních proudů. Další potenciální oblastí rozšíření je zvětšení rozsahu zpracovávaných dat, to je v současné verzi omezeno zejména výkonem služby pro výpočet jízdních dob automobilem.

## POUŽITÁ LITERATURA

- (1) Zákon č. 194/2010 Sb. Zákon o veřejných službách v přepravě cestujících a o změně dalších zákonů. Online. Zákony pro lidi. 2010. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2010-194>. [cit. 2024-02-10].
- (2) Metodika – Zajištění provozu a rozvoje systémů veřejné hromadné dopravy osob, podporující nadregionální integraci. Praha: Czech Consult, 2010. ISBN 9788025488300.
- (3) MOJŽÍŠ, Vlastislav; GRAJA, Milan a VANČURA, Pavel. Integrované dopravní systémy. Online. Praha: Powerprint, 2008. ISBN 978-80-904011-0-5. [cit. 2024-02-13].
- (4) Dopravní obslužnost jako veřejná služba. Online. 2024. ISSN 1213-6581. Dostupné z: <https://katalog.muni.cz/Record/MUB02000011150#details>. [cit. 2024-03-13].
- (5) Vliv dopravní dostupnosti území na ekonomický a regionální rozvoj v České republice. Online, Disertační práce. Brno: Masarykova Univerzita, 2018. Dostupné z: [https://is.muni.cz/th/178593/prif\\_d/disertace\\_chvatal\\_filip.pdf%20str68](https://is.muni.cz/th/178593/prif_d/disertace_chvatal_filip.pdf%20str68). [cit. 2024-03-13].
- (6) Mapy a schémata. Online. Pražská integrovaná doprava. 2024. Dostupné z: <https://pid.cz/mapy-a-schemata/>. [cit. 2024-04-05].
- (7) Projekt krajů Čtyřmezí: Nové autobusové linky i uznávání tarifů. Online. Středočeský kraj. Dostupné z: [https://kr-stredocesky.cz/web/urad/stredocesky-kraj/-/asset\\_publisher/ykru/blog/projekt-kraju-ctyrmezi-nove-autobusove-linky-i-uznavani-tarifu](https://kr-stredocesky.cz/web/urad/stredocesky-kraj/-/asset_publisher/ykru/blog/projekt-kraju-ctyrmezi-nove-autobusove-linky-i-uznavani-tarifu). [cit. 2024-05-12].
- (8) Propojení dopravních systémů v oblasti Čtyřmezí od 10. 12. 2023. Online. Pražská integrovaná doprava. Dostupné z: <https://pid.cz/trvale-zmeny-souvislosti-projektem-ctyrmezi-od-10-12-2023/>. [cit. 2024-05-04].
- (9) BANOS, Arnaud. a Thomas. THÉVENIN. Geographical information and urban transport systems. Hoboken, NJ: Wiley, 2011. ISBN 978-1-84821-228-2.
- (10) DIEKMANN, Andreas. Kooperatives Umwelthandeln Modelle, Erfahrungen, Massnahmen. Online. Chur: Rügger, 1995. ISBN 9783725305148. Dostupné z: <https://search.worldcat.org/cs/title/243803502?oclcNum=243803502>. [cit. 2024-05-04].
- (11) ČERNÁ, Anna a ČERNÝ, Jan. Teorie řízení a rozhodování v dopravních systémech. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2004. ISBN 80-86530-15-9.
- (12) LEDVINOVÁ, Michaela. Teorie dopravy: studijní opora. CD-ROM. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013. ISBN 978-80-7395-651-6.
- (13) PASTOR, Otto a TUZAR, Antonín. Teorie dopravních systémů. Praha: ASPI, 2007. ISBN 978-80-7357-285-3.



- (14) TUZAR, Antonín; MAXA, Petr a SVOBODA, Vladimír. Teorie dopravy. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1997. ISBN 80-01-01637-4.
- (15) Výsledky sčítání 2021 - otevřená data. Online. Český statistický úřad. 2023. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/vysledky-scitani-2021-otevrena-data>. [cit. 2024-02-10].
- (16) Stahovací služby WFS – úvod. Online. Český úřad zeměměřický a katastrální. 2024. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(qedwnc10fehdszudtmkph4ln\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wfs&text=wfs&head\\_tab=sekce-03-gp&menu=333](https://geoportal.cuzk.cz/(S(qedwnc10fehdszudtmkph4ln))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wfs&text=wfs&head_tab=sekce-03-gp&menu=333). [cit. 2024-02-10].
- (17) ArcČR® 4.2. Online. Arcadata Praha. 2023. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/cs-cz/produkty/data/arccr>. [cit. 2024-02-12].
- (18) BULÍČEK, Josef. Modelování technologických procesů v dopravě. Monografie. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 2011. ISBN 978-80-7395-442-0.
- (19) QGIS. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.qgis.org/en/site/>. [cit. 2024-02-12].
- (20) Desmos. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.desmos.com/>. [cit. 2024-02-12].
- (21) Zájem o MHD není jednoznačný, město zatím posílí stávající spoje. Online. Oficiální stránky města Kopřivnice. 2024. Dostupné z: <https://www.koprivnice.cz/zajem-o-mhd-neni-jednoznacny-mesto-zatim-posili-stavajici-spoje/d-77547>. [cit. 2024-05-12].
- (22) Openroute service. Online. 2024. Dostupné z: <https://openrouteservice.org/>. [cit. 2024-05-12].
- (23) ORS Tools. Online. QGIS Python Plugins Repository. 2024. Dostupné z: <https://plugins.qgis.org/plugins/ORStools/>. [cit. 2024-04-23].
- (24) CRWS. Online. CRWS API. 2024. Dostupné z: <https://ext.crws.cz/swagger/>. [cit. 2024-05-12].
- (25) IDOS. Online. 2024. Dostupné z: <https://idos.idnes.cz/vlakyautobusymhdvse/spojeni/>. [cit. 2024-04-07].
- (26) One ticket. Online. 2024. Dostupné z: <https://oneticket.cz/tariff>. [cit. 2024-05-07].
- (27) Travel Speeds. Online. Openroute service. 2024. Dostupné z: <https://giscience.github.io/openrouteservice/technical-details/travel-speeds/>. [cit. 2024-05-12].
- (28) Plán dopravní obslužnosti Libereckého kraje. Online. 2020. Dostupné z: [https://www.korid.cz/files/file/PDOU\\_2023/PDOU\\_2019-23\\_shrnujici\\_dokument.pdf](https://www.korid.cz/files/file/PDOU_2023/PDOU_2019-23_shrnujici_dokument.pdf). [cit. 2024-05-09].