

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Obecné otázky geografie



Mgr. Jakub Chmelík

**Přístupy ke studiu prostorových interakcí v geografii: příklad hodnocení
dopravních vazeb středisek osídlení v Česku**

**Approaches to the study of spatial interactions in geography: an example
of evaluation of transport relationships among settlement centres in Czechia**

Disertační práce

Vedoucí disertační práce: Doc. RNDr. Miroslav Marada, Ph.D.

Praha, 2016

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 20. dubna 2016

.....

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych upřímně poděkoval všem, kteří mě podporovali po dobu dlouhého doktorského studia. Velký dík patří mému školiteli Mirkovi Maradovi, který stál u zrodu předkládané disertační práce a přesvědčil mě, že má smysl. Bez jeho nadšení a času stráveného podnětnými diskusemi nad „společným problémem“ by tato práce pravděpodobně nikdy nevznikla. Současně nemohu opomenout další kolegy a přátele z Výzkumného centra dopravní geografie, kteří se autorsky podíleli na článcích zařazených v této práci. Poděkování patří rovněž všem, kteří jazykově revidovali jednotlivé články a text disertační práce. Dále bych rád poděkoval současným i bývalým pracovním kolegům za to, že nesčetnými diskusemi o dopravě pomohli utvářet můj vlastní pohled na věc. Největší poděkování však patří mým blízkým, kteří tolerovali můj „koníček“ a zároveň byli neuvěřitelně trpěliví. Haňul a kluci, díky!

Většina článků zařazených do této práce vznikla za podpory vědeckého projektu Grantové agentury České republiky č. P404/12/1035 „Prostorová dynamika dopravních vztahů v sídelním systému Česka“ (hlavní řešitel Miroslav Marada).

ABSTRAKT

Prostorové interakce významně ovlivňují komplexní geografickou organizaci, utváření sídelních struktur a vysvětlují a popisují význam vzájemných vztahů v krajinné sféře na všech měřítkových úrovních. Proto jsou označovány jako jeden z klíčových obecných pojmů geografie. Největší důraz je tomuto tématu věnován především ve studiu dopravy a dopravních sítí, které můžeme považovat za hlavní oporu interakcí. Problematika hodnocení prostorových interakcí, popř. v užším pojetí dopravních vztahů, je charakteristická významnou interdisciplinarnitou, neboť otázky propojenosti jednotlivých středisek a jejich potřeb v kontextu úrovně dopravní nabídky řeší dopravně-inženýrské obory, ekonomické obory, specialisté v oblasti územního plánování atd. Obdobně jako o něco dříve jiné oblasti sociální a ekonomické geografie současná geografie dopravy prochází změnou v podobě plurality metodických přístupů, „vnitřní“ specifikace detailnějšího vymezení objektu studia a nových aplikačních výzev. Problematika intenzity a povahy dopravních vztahů je zpravidla spojována s kvantitativními metodami poznání reality. Přesto je stále součástí významného počtu dopravně-geografických studií a zároveň je nadále aktuální, především s ohledem na aplikace v řešení praktických úloh dopravního plánování a rozhodovacích praktik v decizní sféře.

Hlavní výzkumné zaměření předkládané disertační práce je rozděleno do dvou úrovní. První úroveň zahrnuje především teoreticko-metodologické uvedení do problematiky prostorových interakcí v geografii dopravy zahrnující vývoj této problematiky v kontextu změn geografického myšlení, vymezení aktuálních témat a diskuze podmiňujících faktorů interakcí. V metodologické rovině je přínosem široká diskuze možných postupů aplikovaná na konkrétních případových studiích s autorským podílem, které tvoří druhou část práce. V první řadě jsou představeny možnosti hodnocení dopravních interakcí, zejména jejich intenzity, frekvence, směřování a zároveň elementární identifikace vnitřní struktury z geografické perspektivy. Současně má práce ambici přiblížit možnosti využití dostupných údajů a aplikací poznávacích nástrojů dalším oborům zabývajících se interdisciplinárními dopravními tématy a v neposlední řadě rovněž také potřebám řešení praktických úloh.

Výsledky získané v průběhu výzkumu potvrzují složitost celé problematiky. Z identifikace podmiňujících faktorů vyplývá, že v některých případech hrají kromě obvyklých faktorů (tj. velikost/význam středisek a jejich vzájemná vzdálenost) důležitou roli další obtížně kvantifikovatelné „měkké vlivy“ jako behaviorální charakteristiky či institucionální prostředí. Na druhou stranu je nutné uvést, že tradiční kvantitativní metody založené na matematicko-prediktivním aparátu (hlavní diferenciální faktor je vzdálenost, popř. cena a čas) přinášejí poměrně zajímavé a intuitivně předpokládané výsledky. Ty je v některých případech možné srovnávat s oficiálními výstupy decizní sféry. Často však teoretické přístupy nemají srovnání s reálným stavem či obdobným hodnocením, a proto je jejich verifikace obtížná.

ABSTRACT

Spatial interactions considerably influence complex geographic organisation and the shaping of settlement structures, explaining and describing the importance of interrelationships in the landscape sphere on all scale levels. This is why they are called one of the crucial general terms of geography. When it comes to this topic, the biggest emphasis on it is primarily laid in the study of transport as well as transport networks that we can consider the main support for interactions. The topic of evaluation of spatial interactions or, if defined narrowly, of transport relationships, is characteristic due to its important interdisciplinary nature because the questions of interrelatedness of individual centres and their needs in the context of transport offer are dealt with by transport engineering fields, economic fields, land-use planning specialists, etc. Similarly to other spheres of social and economic geography, where this occurred earlier, present-day geography of transport is undergoing a change in the form of a variety of methodological approaches, „internal“ specification of a more detailed delineation of the subject of study and new application challenges. As a rule, the topic of intensity and nature of transport relationships is associated with quantitative methods of cognition of the reality. Despite this, it is still a part of a significant number of studies of transport geography and at the same time, it is still an urgent topic, especially when taking into account applications in the solutions to practical transport planning tasks and decision-making practices in the decision-making sphere.

The main research focus of the presented dissertation is divided into two levels. The first primarily includes a theoretical and methodological introduction into the topic of spatial interactions in transport geography. It encompasses the development of this topic in the context of changes in geographical thought, the outlining of urgent topics and a discussion of underlying factors of interactions. On the methodological level, there is the contribution of a broad discussion of various techniques applied for specific case studies with the author's contribution, which forms the second part of the study. Above all, there is an introduction of the chances with which to assess transport interactions, in particular their intensity, frequency, heading and, at the same time, an elementary identification of internal structure as seen from the geographical perspective. In addition, the study has the ambition of offering the chances to use the available data and the application of cognitive instruments to other fields examining interdisciplinary transport topics and, last but not least, to the needs of solutions to practical tasks.

The results gained in the course of the research have confirmed the complex nature of the topic as a whole. It has arisen from the identification of the underlying factors that in some cases, a vital role is played, apart from usual factors (i.e. size/importance of settlements and their distance), by other “soft influences” that are difficult to quantify, such as behavioural characteristics or institutional environment. On the other hand, one has to note that traditional quantitative methods based on a mathematical and predictive apparatus (distance and price/time as the main differentiating factor) yield relatively interesting and intuitively presumed results. In some cases, they can be compared to official outputs of the decision-making sphere. However, as theoretical approaches often do not have any comparison with the real state of affairs or a similar evaluation, their verification is difficult.

OBSAH

I.	Teoretická a metodologická východiska studia prostorových interakcí v geografii dopravy	7
1.	Úvod: obsahové vymezení pojmu prostorové interakce a jeho pojetí v geografii	7
2.	Vývoj studia prostorových interakcí v kontextu změn geografického myšlení se zaměřením na geografii dopravy.....	11
3.	Hlavní oblasti současného výzkumu v dopravní geografii relevantní pro studium interakcí.....	17
4.	Prostorové interakce a jejich podmiňujících faktory	20
4.1.	Vzdálenost středisek	20
4.2.	Velikost a strukturální charakteristiky středisek	22
4.3.	Geografická a dopravní poloha střediska	24
4.4.	Institucionální prostředí a jeho vliv na dopravní organizaci	25
4.5.	Dopravní chování obyvatel.....	28
4.6.	Variabilita poptávky podmíněná časovými rytmy	29
4.7.	Souvislosti podmiňujících faktorů.....	31
5.	Metodické možnosti hodnocení dopravních interakcí	33
5.1.	Dostupná data a možnosti jejich využití.....	33
5.2.	Modelování intenzity prostorové interakce	39
5.3.	Modelování struktury dopravní interakce	43
6.	Možnosti zapojení geografie do dopravně-plánovací praxe	45
7.	Závěry	48
8.	Literatura	52
II.	Soubor publikovaných článků a jejich obsahové zaměření	64

I. TEORETICKÁ A METODOLOGICKÁ VÝCHODISKA STUDIA PROSTOROVÝCH INTERAKCÍ V GEOGRAFII DOPRAVY

1. Úvod: obsahové vymezení pojmu prostorové interakce a jeho pojetí v geografii

Prostorové interakce významně ovlivňují komplexní geografickou organizaci, utváření sídelních struktur a vysvětlují a popisují význam vzájemných vztahů v krajinné sféře na všech měřítkových úrovních. Proto jsou označovány jako jeden z klíčových obecných pojmů geografie, neboť jejich studiem se alespoň parciálně zabývají téměř všechny dílčí disciplíny sociální geografie. Kromě využití při zkoumání dynamických procesů pro vytváření a integraci sociogeografických regionů (např. Hampl 1971; Hampl 2005; Hampl, Marada 2015), je největší důraz tomuto tématu věnován především ve studiu dopravy a dopravních sítí, které můžeme považovat za hlavní oporu interakcí. Obdobně jako o něco dříve jiné oblasti sociální a ekonomické geografie současná geografie dopravy prochází změnou v podobě plurality metodických přístupů, „vnitřní“ specifikace detailnějšího vymezení objektu studia a nových aplikačních výzev. Problematika hodnocení dopravních vztahů je zpravidla spojována s kvantitativními metodami poznání reality, přesto je však stále součástí významného počtu dopravně-geografických studií (viz přehledové články Keeling 2007; Goetz 2009; Curl, Davison 2014; Seidenglanz 2014). V řadě případů již však nedochází k tak významné koncentraci na sledování intenzity a směřování interakcí, ale spíše na identifikaci jejich struktury, charakteru a vzájemných kauzalit jednotlivých podmiňujících faktorů interakcí.

Termínem prostorová interakce se v geografii (podle 5. vydání Dictionary of Human Geography, Gregory a kol. 2010) zpravidla označují vzájemné vztahy mezi geografickými jednotkami různé hierarchické úrovně (regiony, střediska), které jsou uskutečňovány pohybem osob (např. dojížděnkou za prací a do škol, migrací), nákladů (např. mezinárodní obchod, dovoz nerostných surovin) nebo informací a kapitálu (Hepple 2010)¹. V podstatě se jedná o vztah nabídky a poptávky v prostoru (Rodrigue a kol. 2006), jehož nerovnoměrnost generuje vznik prostorových interakcí/vztahů. V užším pojetí lze uvést, že jde o vyjádření vzájemných funkčních vazeb, popř. také vzájemných kontaktů, mezi středisky osídlení. V řadě případů se především v souvislosti s dopravními vazbami mezi středisky osídlení používá pojem proud, popř. tok (angl. flow), kterým je zpravidla vyjádřena intenzita propojení mezi středisky (např. přepravní či dojížděnkový proud z místa A do místa B, tj. počet cestujících, resp. dojíždějících z A do B), popř. i spád střediska, avšak obvykle se jedná spíše o jednosměrné, nikoliv obousměrné vyjádření, které je častěji spojováno s prostorovými interakcemi.

¹ Termín prostorové interakce se užívá převážně v souvislosti s pohyby ve společnosti a ekonomice. Do této skupiny lze však podle Haláse a Klapky (2010) zařadit celou řadu dalších horizontálních toků v přírodním prostředí – např. proudění vzduchu.

Prostorové interakce jsou součástí dynamického obrazu komplexní diferenciaci světa, který je utvářen systémem regionálních procesů (Hampl 1971), jež vyjadřují vzájemné vztahy mezi geografickými jednotkami nebo vztahy vedoucí ke změnám ve formě uspořádání geografických jevů s ohledem na proměny jejich kvalitativního obsahu. S tím souvisí samotná funkce a stanovení významu procesů (obslužná, pracovní, administrativní, atd.) včetně jejich vlivů na integraci regionu. Související otázkou je pak rozlišení na procesy pravidelné (zpravidla dostředivé, např. opakující se dojížděkové proudy) či nepravidelné (obvykle odstředivé např. volnočasové cesty).

Prostorové proudy (angl. spatial flows) lze podle Haggetta (2001) rozdělit do dvou hlavních skupin, na proudy dopravní/přepravní a proudy informační². Přepravní proudy zahrnují fyzický pohyb osob nebo nákladu mezi středisky zpravidla při použití různých druhů dopravy (silniční, železniční, letecká, atd.). Přestože v posledních desetiletích v souvislosti se zvyšující se mobilitou osob došlo k výraznému zvýšení přepravních výkonů a změně preference jednotlivých dopravních módů, daleko rychlejší nárůst zaznamenaly informační toky. Ty na rozdíl od dopravních vztahů nezahrnují fyzický pohyb elementů mezi středisky, ale především přenos a sdílení informací (Haggett 2001; dále Brinke 1999). Zejména při překladu z anglosaské literatury dochází k tomu, že informační proudy mohou být synonymem ke komunikačním proudům. To je zavádějící s ohledem na skutečnost, že řada autorů považuje rovněž dopravu za součást komunikace v prostoru, která je dále dělena na dopravu a spoje. V užším vymezení je komunikací zároveň nazývána dopravní cesta jakožto součást technické infrastruktury (Brinke 1999). V této souvislosti je nutné uvést, že předkládaná práce je zaměřena výhradně na první oblast komunikace, tj. sledování dopravních vztahů.

Problematika hodnocení prostorových interakcí, popř. v užším pojetí dopravních vztahů, je charakteristická významnou interdisciplinarností. Otázky spojené s propojeností jednotlivých středisek a jejich potřeb v kontextu úrovně dopravní nabídky řeší dopravně-inženýrské obory (od projektů výstavby dopravní infrastruktury přes výstavbu, koncepční řešení nabídky linek veřejné dopravy až po krátkodobé plánování zajištění dopravní nabídky atd.), ekonomické obory (např. ekonomická efektivita jednotlivých staveb a provozních opatření, posuzování podílů dopravců/módů na přepravním trhu v souvislosti s ochranou hospodářské soutěže, identifikace elasticity poptávky s dopady na cenotvorbu ve veřejné dopravě apod.), specialisté v oblasti územního plánování (např. trasování liniových dopravních staveb, lokalizace přestupních uzlů atd.), popř. okrajově také sociologické disciplíny (např. při realizaci průzkumů trhu a spotřebitelských šetření). Uvedené obory se detailně věnují především parciálnímu zaměření výzkumu, resp. aplikaci, bez výrazně komplexního pohledu na problematiku. Právě v tomto směru lze spatřit výhodu geografů, jejichž „optika“ může v rámci interdisciplinárního týmu jedinečně napomoci především v oblasti analýzy změn vazeb středisek, identifikace jejich potřeb a návrhu možností vycházející ze znalosti geografické organizace systému, vzájemných vztahů středisek a regionů, diferenciacních mechanismů a regionálních specifík v sídelním/regionálním systému.

² V zásadě je možné nalézt analogii v tradičním rozdělení geografie dopravy na dopravu a spoje (např. Brinke 1999).

V této souvislosti je nutné uvést, že v Česku je příležitost pro vyšší uplatnění geografů v této oblasti umocněna absencí významné tradice specialistů na dopravní plánování jako v západní Evropě, jejichž zaměření je často výrazně interdisciplinární (avšak s menším důrazem na technický detail) a liší se od obvyklého zaměření dopravních inženýrů a projektantů v Česku.

Hlavní výzkumné otázky související se studiem prostorových interakcí v geografii dopravy jsou s ohledem na výše uvedené zaměřeny především na samotné hodnocení jejich intenzity, frekvence a směřování, a zároveň elementární identifikaci jejich vnitřní struktury. To vše výhradně v oblasti interakcí zahrnujících pouze přepravu osob. Uvedená výzkumná témata byla řešena po dobu doktorského studia a jejich diskuse je součástí předkládané disertační práce, která je členěna do dvou hlavních částí.

První část práce má charakter teoreticko-metodologické diskuse, která má za cíl představit studovanou problematiku v širších souvislostech a poukázat na obecné závěry ve srovnání s výsledky jiných studií. Tato část je rozdělena do několika dílčích kapitol, kdy je nejprve diskutována problematika relevance studia prostorových interakcí v kontextu vývoje dějin myšlení v geografii dopravy včetně zařazení předkládané disertační práce dle příslušného paradigmatického směru. Následně jsou představeny hlavní oblasti současné geografie dopravy relevantní pro studium prostorových interakcí. Další částí je zobecňující diskuse podmiňujících faktorů interakcí, které jsou představeny v jednotlivých dílčích kapitolách. Právě identifikace determinantů prostorových interakcí již vychází především z vlastních empirických šetření v případových studiích, které tvoří druhou část práce. Před ní je však věnován dostatečný prostor metodickým otázkám samotného hodnocení intenzity a struktury interakcí, kterému předchází základní analýza relevantních datových zdrojů. Před závěrečným shrnutím první části práce je umístěna kapitola, jejímž cílem je rámcově vymezit možnosti zapojení dopravních geografů v konkrétních oblastech dopravně-plánovací praxe. Tato kapitola přitom kromě poznatků z empirických studií a dalších analýz vychází také ze zkušeností autora z pracovních činností v oblasti plánování nabídky veřejné dopravy (Ministerstvo dopravy) a tvorby obchodních analýz a strategií chování dopravce na přepravním trhu, především ve vazbě na potenciál jednotlivých relací a cenotvorbu (České dráhy, a.s.).

V druhé části disertační práce jsou předkládány čtyři studie s autorským podílem, které mají charakter případových studií v oblasti podmiňujících faktorů dopravní organizace (Květoň, Chmelík a kol. 2012), možností hodnocení mezistřediskových interakcí (Chmelík a kol. 2010), hodnocení změn interakcí vlivem změny dopravní infrastruktury (Chmelík, Marada 2014) a hodnocení struktury interakcí (Chmelík 2015). V této souvislosti je vhodné uvést, že empirické studie byly realizovány především na dvou hlavních hierarchických úrovních: převážná část je zaměřena na hodnocení vztahů mezi hlavními mezoregionálními centry Česka. Naopak studie o podmiňujících faktorech dopravních interakcí je realizována na úrovni detailní analýzy vybraných mikroregionů.

Obecným cílem práce je, kromě uceleného představení problematiky hodnocení prostorových interakcí v geografii dopravy a její širší diskuze zejména v navazujících tématech dopravní geografie, také přiblížení této oblasti dalším oborům zabývajících se

interdisciplinárními dopravními tématy a v neposlední řadě rovněž poskytnutí informací potřebám praktických úloh. Celkovou orientaci výzkumu je možné přiblížit prostřednictvím čtyř vzájemně provázaných dílčích cílů, které reflektují výše uvedenou strukturu práce a odpovídají obsahovému zaměření příložených studií.

Prvním dílčím cílem je diskuze vývoje studia interakcí v kontextu změn geografického myšlení se zaměřením na geografii dopravy. Druhým dílčím cílem je diskuse podmiňujících faktorů interakcí na jednotlivých řádovostních úrovních, především v podmínkách Česka. Řada faktorů je přitom diskutována v příspěvku Květoň, Chmelík a kol. 2012. V rámci třetího dílčího cíle jsou obzvláště prostřednictvím jednotlivých článků (Chmelík a kol. 2010; Chmelík, Marada 2014) představeny hlavní možnosti hodnocení intenzity dopravních vztahů při použití reálných agregovaných dat o přepravních prouděch a modelování intenzity teoretických proudů. Čtvrtým dílčím cílem je představení možností hodnocení struktury a povahy relačních dopravních vztahů, kdy bude pro vybrané relace zjišťována dělba přepravní práce a její vývoj (viz případová studie Chmelík 2015).

2. Vývoj studia prostorových interakcí v kontextu změn geografického myšlení se zaměřením na geografii dopravy

Studiem prostorových interakcí se v oblasti sociální a regionální geografie zabývá okrajově několik dílčích geografických disciplín, avšak nejvíce je spojeno s geografii dopravy. Ta byla jako samostatná disciplína vyčleněna v rámci ekonomické geografie v druhé polovině 20. století³ v souvislosti se vznikem nových paradigmatických směrů vyvolaných odklonem od tradičních škol regionální geografie, které byly charakteristické využíváním idiografických přístupů a studiem jedinečných nahodilých jevů bez bližšího zkoumání jejich prostorové organizace a determinujících procesů (společenských, materiálních atd.).

V první polovině 20. století byla dopravní témata sledována spíše okrajově, avšak i přesto jim byla kladena patřičná váha. Především zástupci německé školy regionální geografie (zejména F. Ratzel a A. Hettner) dopravu považovali za jeden z faktorů změn v prostoru. Později byla věnována pozornost studiu dopravy zástupci francouzské geografické školy (především P. Vidal de la Blache) v rámci tzv. geografie oběhu⁴, v níž byly poprvé ve větší míře kromě interakce dopravních sítí a krajiny diskutovány také pohyby osob a zboží v prostoru v souvislosti s regionální specializací a mezinárodním obchodem. Zjednodušeně lze uvést, že právě v tomto konceptu byly poprvé hodnoceny prostorové interakce a jejich změny mezi geografickými jednotkami.

Po druhé světové válce došlo k zásadním změnám celkové koncepce a metodologie geografie, které byly vyvolány odmítnutím idiograficko-chorologických přístupů. Nově se pozornost zaměřila na nomotetický přístup charakteristický hledáním pravidelností a zákonitostí v interakcích přírodních a sociálních jevů s cílem formulovat obecné zákony. Důraz byl kladen na systematický výzkum prostorových struktur jevů, ke kterému byly při analýze datových souborů nově ve velké míře využívány matematické modely a statistické techniky (např. Bezák 2008). Z těchto důvodů se největší paradigmatická změna směrem k tzv. prostorové vědě (angl. spatial science) často označuje jako kvantitativní revoluce, jejíž počátek je datován na rozhraní 50. a 60. let 20. století.

Podle Daňka (2008) měla kvantitativní revoluce v geografii tři hlavní ohniska difúze inovace přístupů a používaných metod výzkumu, na jejichž půdě rovněž participovali geografové zabývající se dopravní problematikou. Jednalo se o Washingtonskou univerzitu v Seattlu, Pensylvánskou univerzitu ve Philadelphii a Univerzitu v Lundu. Největší prostor byl dopravě věnován v geografických studiích Washingtonské univerzity, kde působil E. L. Ullman, jehož práce následně ovlivnila W. L. Garrisona (studie konektivity, síťová analýza, vztah dopravy a land use) a skupinu jeho studentů – jako B. Berry, W. Bunge, R. Morrill, atd. (Goetz a kol. 2009), kteří hojně využívali

³ V rámci Asociace amerických geografů (AAG) byla dopravní geografie jako samostatná disciplína vyčleněna v roce 1954 (Taaffe, Gauthier 1994) v souvislosti se zveřejněním kapitoly „Transportation geography“ v knize „American geography: Inventory and prospect“ (autoři Ullman, Mayer 1954, cit. v Goetz a kol. 2009).

⁴ Geografie oběhu („géographie de circulation“) byla uvedena jako jedna ze součástí díla P. Vidal de la Blache (1922, anglický překlad 1926) – *Principes de géographie humaine*.

nové metody založené na analýze empirických údajů. Mimo uvedenou školu působil také E. J. Taaffe, známý především obecným modelem vývoje dopravní sítě vytvořeným společně s Morrilem a Gouldem, tzv. Taafeho model (např. Taaffe, Gauthier 1973; Hoyle, Smith 1998), a D. Janelle, který uvedl koncept časoprostorové konvergence (Janelle 1969, cit. v Hanson 2006). Nejvýznamnějším představitelem Washingtonské univerzity, potažmo americké dopravní geografie, byl však bezesporu E. L. Ullman⁵, který z pohledu studia mezistřediskových interakcí v geografii rozpracoval zásadní koncept období kvantitativní revoluce – teorii prostorové interakce⁶.

Ullman (1954, cit. v Hůrský 1988; 1956, cit. v Rodrigue a kol. 2006) ve svém konceptu zavádí tři nezávislé podmínky, které jsou nezbytné pro vznik prostorových interakcí mezi jednotkami – regionální doplňkovost/komplementaritu (angl. regional complementarity), možnost intervence (angl. intervening opportunity) a transferabilitu (angl. transferability)⁷. Tento koncept Ullman aplikoval na proudy zboží s tím, že našel projevuující se tendence směřování z oblastí s nadbytečnými zdroji do oblastí deficitních (Ullman 1956, cit. v Haggett 1965), když použil příklad mezistátních proudů dřeva v USA (Ullman 1956, cit. v Haggett 2001). Později využití tohoto konceptu zjednodušeně popisují např. Potrykowski, Taylor (1982) na příkladu přepravních proudů oceli v Polsku. Jednotlivé části Ullmanova konceptu vysvětlují v obecné rovině Rodrigue a kol. (2006) – viz rámeček č. 1.

⁵ Ullmanovi je přisuzován největší vliv na vyčlenění geografie dopravy jako samostatné disciplíny (viz výše). O jeho významu pro geografii dopravy svědčí i skutečnost, že výroční cena Sekce dopravní geografie v Asociaci amerických geografů (TGSG AAG) pro přínos disciplíny je pojmenována právě po E. L. Ullmanovi.

⁶ Teorie prostorové interakce je nejčastěji spojována s Ullmanem. Touto problematikou se však dříve zabýval např. již Ohlin (1933, cit. v Turton, Black 1998) a Gottmann (1947, cit. v Hůrský 1988).

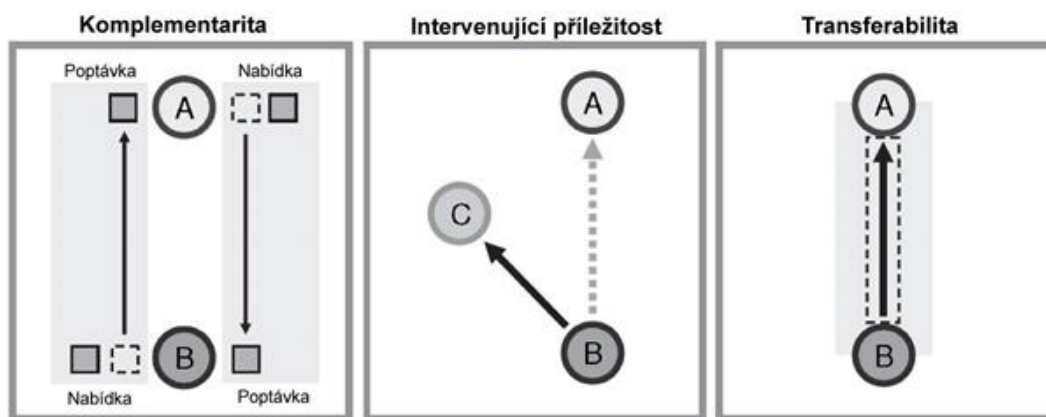
⁷ V některých studiích (např. Turton, Black 1998) jsou tři nezávislé faktory doplněny o faktor čtvrtý – politický, který je častým omezením prostorových interakcí, např. z důvodu embarga apod.

RÁMEČEK Č. 1: PODMÍNKY VZNIKU PROSTOROVÉ INTERAKCE

Komplementarita/regionální doplňkovost: nutnou podmínkou pro vznik interakce je existence poptávky/nabídky mezi regiony. To znamená, že když region B disponuje přebytkem určitého statku (např. pracovní síla, suroviny) poptávaného v regionu A, pak je interakce možná, jelikož se regiony navzájem doplňují. Tento vztah platí oboustranně, protože např. residenční zóna B dodává pracovní sílu a průmyslová zóna A nabídku zaměstnání.

Intervenující příležitost spočívá v předpokladu, že se v blízkosti středisek A a B nenachází další středisko C, které může nabídnout výhodnější podmínky a být alternativou pro interakci střediska B. Jestliže tedy středisko C nabízí kvalitativně stejné možnosti (doplňkovost) jako středisko A a je ke středisku B blíže, tak dochází k nahrazení interakce mezi A a B interakcí mezi B a C. V zásadě je intenzita interakce přímo úměrná množství příležitostí k interakci a nepřímo úměrná počtu středisek mezi nimi. Podmínka intervenující příležitosti byla do geografických studií zavedena americkým sociologem S. A. Stoufferem (1940, cit. v Seidenglanz 2007), který jej využil pro vysvětlení závislosti intenzity migrací na vzdálenosti.

Transferabilita/přepavitelnost určuje (ne)snadnost přepravy mezi regiony/středisky A a B. Přestože mohou být první dvě podmínky splněny, tak k interakci nemusí dojít v případě, že náklady na překonání vzdálenosti mezi A a B jsou vyšší než výhody plynoucí ze vzájemné interakce. Náklady přitom ovlivňuje především úroveň dopravní infrastruktury a samotná finanční náročnost cesty (pohonné hmoty, poplatky za použití infrastruktury apod.).



Zdroj: upraveno podle Rodrigue a kol. 2006; Seidenglanz 2007.

Dalším ohniskem rozvoje kvantitativních technik byla podle Daňka (2008) Univerzita v Pensylvánii v čele s W. Isardem, který je považován za zakladatele tzv. regionální vědy (regional science), jejímž cílem bylo propojit ekonomii, geografii a prostorové plánování (Blažek, Uhlíř 2002). Z pohledu geografie dopravy a studia interakcí je zajímavá spojitost s neklasickými přístupy (W. Christaller, A. Lösch), v jejichž prostorových modelech byla za jeden z hlavních diferenciačních faktorů považována vzdálenost, resp. dopravní náklady. Zároveň byly v rámci této školy hojně využívány modelové techniky, mimo jiné gravitační model používaný pro teoretický odhad prostorové interakce (Isard 1960, cit. v Haggett 2001; Isard 1998). Problematikou zdokonalení prostorových modelů se v posledních cca 20 letech věnují zástupci proudu nové ekonomické geografie (viz Blažek, Uhlíř 2002; Halás 2014).

Výjimečný přínos pro geografii dopravy měli rovněž zástupci třetího centra kvantitativní revoluce, švédské Univerzity v Lundu. Především se jednalo o dílo T. Hägerstranda, jenž zavedl nové metody do studia prostorových procesů (např. teorie difúze, analýzy cestovních vzorců, koncept geografie času a tzv. time-space geography), které významně rozšířili pohled na problematiku dopravního výzkumu i mimo geografii (Hanson 2006). Další z prací, která mimo jiné přispěla k rozvoji studia interakcí, je studie o kontaktních systémech G. Törnqvista (Törnqvist 1970). Dopravní vztahy byly předmětem prací S. Godlunda (Godlund 1956, cit. v Hůrský 1978), přepravní poptávkou a organizací dopravního systému se rovněž zabývali Engström a Sahlberg (1973).

Přestože není ve výše uvedeném výčtu hlavních ohnisek kvantitativní revoluce zahrnuta britská geografická škola, je vhodné ji mezi hlavní centra šíření inovativních přístupů zařadit (podobně jako např. Marada 2003), především z důvodu její zásluhy o rozvoj technik hodnocení a modelování geografických struktur (zejména Chorley, Haggett 1967; Haggett, Chorley 1969; Haggett 1965). Z pohledu problematiky prostorových interakcí jsou rovněž významné studie A. G. Wilsona (Wilson 1970, 1974; Wilson, Rees 1977), který byl jedním z hlavních představitelů éry zdokonalování interakčních modelů v geografii, když do geografie přenesl koncept maximalizace entropie (více Paulov 1985; Haggett 2001).

Od konce 60. let se mezi geografy objevily první kritické hlasy, které odsuzovaly enormní využívání kvantitativního výzkumu hned z několika důvodů. Především bylo pojetí geografie jako prostorové vědy kritizováno za jednostrannou obsahovou redukci (Hampl 2008), která je způsobena přílišným používáním matematických modelů a geometrickou determinovaností geografických struktur bez přihlédnutí k reálným společenským procesům a motivům jedinců, jejichž chování bylo v prostorové vědě považováno za naprosto racionální (např. volba nejkratší cesty). Po odmítnutí prostorové vědy využívající metody vědeckého pozitivismu vznikly v rámci nové pluralistické sociálněvědní koncepce (Hampl 2002; Goetz a kol. 2009) postpozitivistické směry, které usilovaly o větší důraz na výzkum lidské subjektivity v prostorových strukturách spojený s ekonomickými, sociálními a politickými procesy (Daněk 2008). Charakteristickým znakem postpozitivistických směrů je přitom zahrnutí kvalitativních (intenzivních) metod.

Na začátku 70. let 20. století, kdy v ostatních geografických disciplínách docházelo ke změně orientace a metod výzkumu, byla dopravní geografie v popředí kvantitativní revoluce v geografii (Knowles 1993), což demonstruje vydání první ucelené monografie geografie dopravy (Taaffe, Gauthier 1973), která obsahovala hlavní témata prostorové vědy, mimo jiné problematiku hodnocení prostorových interakcí při použití gravitačního modelu. Přetrvávající kvantitativně-prediktivní metody přesto kritizovalo několik dopravních geografů (Eliot-Hurst 1973; Wheeler 1973; Rimmer 1978; všichni cit. v Knowles 1993) především z důvodů nepropojenosti prostorových struktur (často charakterizovaných teoretickými modely) se socioekonomickou a politickou realitou, přičemž jejich připomínky byly reflektovány jen ve velmi omezené míře (Goetz a kol. 2009). Dílčí změny v orientaci výzkumu byly zaznamenány až v 80. letech 20. století,

kdy se začala brát v potaz nová témata jako např. dopravní politika, dopravní nabídka ve venkovských oblastech, otázky genderu apod. (Knowles 1993).

Problematika relevance témat dopravně-geografického výzkumu byla rozvinuta v 90. letech 20. století, mimo jiné vytvořením časopisu *Journal of Transport Geography* v roce 1993, který poskytoval prostor pro publikování výsledků a vymezení hlavních oblastí výzkumu (Knowles 1993; Taaffe, Gauthier 1994; Preston 2001; Goetz a kol. 2003, cit. v Shaw 2006). Přestože do geografie dopravy více pronikaly nové směry studia (např. problematika volby dopravního prostředku, dopravních kongescí a udržitelnosti dopravy, vliv rozvoje informačních technologií apod.), nedošlo k výraznému odklonu od tradičních kvantitativních přístupů. Použití kvantitativních výzkumných metod bylo v hojné míře využíváno v souvislosti s evaluací dopadů výstavby nové kapacitní liniové infrastruktury na intenzitu poptávky, časovou dostupnost a související změny dělby přepravní práce (např. Vickerman a kol. 1997; Rietveld, Bruinsma 1998; Gutiérrez 2001).

Výraznější diskuze o povaze studia dopravy v geografii se vedou až na počátku nového tisíciletí a jsou často spojovány s kritikou S. Hanson (Hanson 2003, cit. v Keeling 2007; Goetz a kol. 2009; Shaw, Hesse 2010 atd.), která upozorňuje na marginální pozici současné geografie dopravy, jež ztratila své postavení, a to „především proto, že ustrnula v analytickém rámci 60. let“ (Hanson 2003, s. 481, cit. v Goetz a kol. 2009). Hanson (2006) zároveň upozorňuje, že používání kvantitativních metod je výrazně ovlivněno interdisciplinární povahou studia dopravy, v rámci kterého dopravní geografové spolupracují v řadě případů častěji s ostatními dopravními odborníky (dopravní inženýři – technologové, ekonomové, urbanisté či matematici) než s geografy. Proto by se dopravní geografové měli zabývat novými otázkami a metodami nad rámec přístupů používaných dopravními inženýry a ekonomy (Hanson 2006; Keeling 2007) a zároveň více kooperovat s ostatními geografickými disciplínami. V této souvislosti upozorňují Goetz a kol. (2004, cit. v Goetz a kol. 2009) na skutečnost, že dlouhodobý příklon ke kvantitativním metodám výzkumu je výrazně ovlivněn nedostatkem „měkkých“ teoretických přístupů v geografii dopravy. Na druhou stranu přední dopravní geografové (např. Goetz a kol. 2009; Hall 2010) a další nevnímají geografii dopravy jako marginální, pomalu ustupující disciplínu, tak jako S. Hanson, ale naopak upozorňují na další nové výzvy směřování výzkumu.

Rostoucí počet geografů nespokojených s převládajícím epistemologickým zaměřením dopravní geografie ve spolupráci se zástupci dalších oborů zabývajících se dopravou (především sociology) reagoval proti statickým sociálním vědám paradigmatickým nově mobility (angl. new mobilities paradigm – především Sheller, Urry 2006; další diskuze Shaw a kol. 2008; Keeling 2008, 2009; Shaw, Hesse 2010). Hlavním argumentem pro tzv. mobilitní obrat (angl. mobility turn) bylo přílišné zjednodušení a banalizování významu systematického pohybu osob (za prací, odpočinkem, zábavou apod.), u nichž nedochází k zjišťování motivů a k reálnému porozumění lidské mobility. Kritizována však byla především skutečnost, že je „doprava v sociálních vědách vnímána jako „černá skříňka“, neutrální soubor technologií a procesů, které umožňují vysvětlit ekonomické, sociální a politické jevy z hlediska jiných, kauzálně silnějších procesů“

(Sheller, Urry 2006, s. 208). Jak uvádí Charlton a Vowles (2008), tradiční hodnocení přepravních proudů je založeno na agregovaných údajích o ekonomicky uvažujících jedincích, avšak z nových výzkumů dopravy v sociálních vědách plyne, že prostorové vzorce mobility jsou ovlivněny složitými a proměňujícími se motivacemi a podmínkami. Rozvoj nového paradigmatického směru charakteristického kvalitativními metodami výzkumu byl podpořen vznikem časopisu *Mobilities* v roce 2006, který sdružoval témata dopravy, komunikací, cestovního ruchu, volného času, migrací atd. (Goetz a kol. 2009)⁸.

Po nástupu nového paradigmatu byla započata debata o dalším směru výzkumu v geografii dopravy, ze které vyplynulo, že tradiční pozitivistické přístupy na straně jedné a studium mobility na straně druhé se i přes současné napětí musí vzájemně prolínat (Goetz a kol. 2009; Shaw, Hesse 2010), přičemž i zastánci nových přístupů mohou používat kvantitativních metod. Zároveň lze vzhledem k tradici a řešeným otázkám, u kterých není alternativní přístup možný, předpokládat zachování klíčové role kvantitativních přístupů v budoucnosti geografie dopravy (Goetz a kol. 2009), a to i přes rozšíření spektra výzkumných témat a používání kvalitativních technik výzkumu v souvislosti s novým paradigmatem. Obdobný a jeden z nejaktuálnějších pohledů na současný stav geografie dopravy a směry výzkumu poskytuje zpráva (viz Curl, Davison 2014) z výroční konference dopravních geografů Britské Královské geografické společnosti (RGS-IBG). Závěry diskutujících převážně britských geografů uvádějí, že není jednoduše možné opustit současné pozice dopravních geografů v rámci interdisciplinárních dopravních studií. Výzvou má být v souladu s kritikou větší soustředění na rozvoj nových teoretických přístupů s geografickou orientací, jejichž vznik nebude spojován s převzetím z příbuzných oborů zabývajících se dopravou.

V návaznosti na výše uvedenou diskuzi vývoje studia interakcí v kontextu změn geografického myšlení je nutné uvést, že předkládaná práce vychází z tradičního pojetí pozitivistické geografie dopravy. Vzhledem k zaměření výzkumu se využití kvantitativních přístupů jeví jako oprávněné. Zvláštní pozornost je však věnována kritickému pohledu na aplikaci metodologického aparátu využívaného v dílčích studiích, které jsou součástí této práce. Na druhou stranu obsahové zaměření práce vychází z přesvědčení autora, že dopravní geografie bude vždy stěžejně vycházet z analýzy dat, které budou sloužit jako podklad pro vznik nových teorií v oblasti dopravně-geografického výzkumu (obdobně např. Dobruszkes 2012).

⁸ Mezi hlavní dopravně orientovaná témata kritiků kvantitativních přístupů lze zařadit denní časoprostorové vzorce mobility, pohyby a činnosti ve veřejném prostoru (např. využití času při čekání na spoj na zastávkách a nádražích), subjektivní vnímání pocitů při realizaci cesty, dopravní chování zaměřené na pohlaví, rasu, národnost, dopravní exkluzi, v případě studia kombinované a nákladní dopravy komoditní a nabídkové řetězce apod.

3. Hlavní oblasti současného výzkumu v dopravní geografii relevantní pro studium interakcí

S ohledem k zaměření výzkumu na problematiku dopravních interakcí je níže uveden přehled hlavních oblastí současného výzkumu v dopravní geografii související se studovaným tématem. Přestože prvotní snahou je zachytit nejaktuálnější trendy, je vhodné odkázat na základní přehledové příspěvky významných dopravních geografů v 90. letech 20. století (Knowles 1993, 1994; Taaffe, Gauthier 1994), kteří vymezili hlavní výzkumná témata tohoto období a nastínili budoucí směry výzkumu v geografii dopravy pro následující období. S pomocí obdobných příspěvků posledního desetiletí (Preston 2001; Hanson 2006; Keeling 2007, 2008, 2009; Hall 2010; Shaw, Hesse 2010; Curl, Davison 2014; Seidenglanz 2014, v případě české a slovenské geografie dopravy), přihlédnutím k aktuálnímu zaměření konkrétních výzkumů publikovaných především v časopise *Journal of Transport Geography* a posledních monografických publikacích o geografii dopravy (Black 2003; Rodrigue a kol. 2006; Knowles, Shaw, Docherty 2008) lze vymezit hlavní, avšak zpravidla vzájemně se prolínající, oblasti současného výzkumu souvisejícího s dopravními interakcemi středisek osídlení se zaměřením na přepravu osob. V jednotlivých oblastech výzkumu jsou zároveň uvedeny studie českých a slovenských geografů. Vzhledem ke zmiňovanému interdisciplinárnímu zaměření studia dopravních vztahů je vhodné upozornit, že autoři uváděných studií vždy nepochází z geografických pracovišť.

1/ Jednou z hlavních oblastí zájmu současných dopravně-geografických výzkumů je **problematika změny dostupnosti středisek** v souvislosti s poklesem vlivu vzdálenosti na přepravu, a to jednak snížením časové dostupnosti středisek vlivem nové vysokorychlostní infrastruktury, jednak snižováním dopravních nákladů (Rietveld, Vickerman 2004; Preston, O'Connor 2008). V případě evaluace dopadů výstavby nové infrastruktury jsou kromě dálnic (např. Gutiérrez, Urbano 1996; Chmelík, Marada 2014; Halás, Kraft 2016) v posledních letech stále častěji diskutovány dopady provozu vysokorychlostních vlaků na nových i konvenčních tratích (především španělské AVE, francouzské TGV, německé ICE atd.) z hlediska růstu poptávky cestujících vlivem zkrácování cestovních časů, souvisejících změn dělby přepravní práce a redistribuce přepravních proudů (např. Rietveld, Bruinsma 1998; Kim 2000; Gutiérrez 2001; López-Pita, Robusté 2005; Martín, Nombela 2007; Charlton, Vowles 2008; Marti-Henneberg 2015; Albalade a kol. 2015; Vickerman 2015; Castillo-Manzano a kol. 2015). Pro účely grafického znázornění dopadů jsou přitom často využívány možnosti nástrojů GIS, především mapy izochron, deformace časoprostoru, tzv. smršťující se mapy (angl. *shrinking maps* – např. Vickerman a kol. 1997; Horner 2000). V případě snižování dopravních nákladů se pak v souvislosti s globalizací a jejími dopady na mezinárodní dělbu práce objevují studie především v oblasti nákladní dopravy o konceptech *just-in-time*, materiálových tocích a komoditních řetězcích (např. Hesse 2007, 2010; koncept globálních komoditních řetězců přibližuje Blažek 2012). Výše uvedená témata jsou stále aktuální, přestože je význam času jako prostorové bariéry na ústupu vzhledem ke stále se zvyšujícím cestovním rychlostem, a tím pádem nižším časovým nákladům na cestu samotnou. V této souvislosti jsou diskutovány nové přístupy ke studiu časoprostoru

v dopravní geografii vzhledem k prudkému rozvoji informačních a komunikačních technologií jako je internet nebo mobilní telefon, které redukuje reálnou fyzickou bariéru vzdálenosti a vytvářejí kyberprostor (Shaw 2006), v němž lze pouze obtížně využívat klasických modelů (např. gravitační model), které pracují se vzdáleností jako hlavním determinujícím faktorem pro vznik interakcí. Na druhou stranu nedošlo k poklesu fyzického přemístování vlivem komunikačních technologií, které cestování v řadě případů nenahrazují, ale zefektivňují (Brůhová-Foltýnová a kol. 2008).

2/ V metodologické oblasti dopravně-geografického výzkumu se nadále hojně objevují příspěvky zaměřené na **modelování přepravní poptávky** založené na klasických interakčních modelech jako je gravitační model a jeho modifikace včetně možností testování a kalibrace (např. Luoma a kol. 1993; Black 1995; Mikkonen, Luoma 1999; Fotheringham a kol. 2001; Roy, Thill 2004; Tsekeris, Stathopoulos 2006; de Grange a kol. 2010; Salonen, Toivonen 2013; z českých a slovenských autorů – Hlavička 1993; Paulov 1995; Chmelík, Marada 2014; Halás, Kraft 2016 atd.). V mnoha případech jsou však příspěvky tohoto zaměření publikovány interdisciplinárními týmy, někdy zcela bez přítomnosti geografů. Aplikace modifikovaných gravitačních modelů jsou často používány např. pro odhad leteckých přepravních proudů (Wojahn 2001; Grosche a kol. 2007; Matsumoto 2007) nebo posouzení modální konkurence např. mezi leteckou dopravou a vysokorychlostní železnicí (Albalade a kol. 2015). Zároveň se také objevuje řada příspěvků zabývajících se problematikou modelování dojížděky za prací a souvisejících jevů (např. Ubøe 2004; Ma, Banister 2006; O'Kelly, Niedzielski 2009; Lovelace a kol. 2014; z českých autorů především Halás a kol. 2014 atd.).

3/ Významnou oblastí výzkumu nepřímo se dotýkající reálných dopravních interakcí středisek osídlení je **institucionální směr**, tj. **problematika dopravní politiky a vlivu rozhodujících aktérů** ve všech řádovostních úrovních veřejné správy v souvislosti se zajištěním podmínek pro mobilitu obyvatel. Zjednodušeně řečeno se jedná o východiska a limity určující podmínky v dopravním sektoru, které na úrovni Česka představuje státní Dopravní politika, na úrovni Evropské Unie tzv. Bílá kniha. Zaměření výzkumných témat je často velice široké, v zásadě lze rozdělit na oblast infrastruktury, individuální automobilové dopravy a veřejné dopravy. V případě infrastruktury jsou stále častěji diskutovány možnosti hodnocení přínosů výstavby v souvislosti s výběrem prioritních akcí a případného financování z prostředků Evropské Unie (tvorba povinných náležitostí – analýza nákladů a přínosů, studie proveditelnosti; více např. přehledový příspěvek Hayashi, Morisugi 2000; blíže Chmelík, Marada 2014), zahrnutí jednotlivých staveb do sítě TEN-T (např. Martín, Reggiani 2007), obecných přístupů geografie k dopravnímu plánování (Ksiazkiewicz 2012) apod. Druhý okruh zahrnuje témata související s individuální dopravou, např. restriktivní dopravně-politické opatření jako zpoplatnění použití jednotlivých kategorií komunikací či vjezdů do městských zón (např. Brůhová-Foltýnová 2009). V oblasti zajištění veřejné dopravy je pak často diskutována úroveň nabídky (v Česku např. Marada a kol. 2010; Marada, Květoň 2010; Květoň 2011; hodnocení spojení krajských měst Česka – Chmelík a kol. 2010, Slovenska – Horňák a kol. 2013), jednotlivá dopravní řešení a jejich optimalizace v souvislosti se zabezpečením poptávky, cenami

jízdného, zajištěním financování, případně další otázky deregulace a liberalizace trhu atd.

4/ Hlavní oblastí, do které pronikly nové směry výzkumu dopravy související s paradigmatem nové mobility, je **studium dopravního chování**, v případě výzkumu mezistřediskových interakcí především v souvislosti s výběrem dopravního prostředku (angl. mode-choice) a dopadem na dělbu přepravní práce (angl. modal split). Ve výzkumech jsou především diskutovány faktory ovlivňující dopravní chování (Strandling, Anable 2008; Ortúzar, Willumsen 2001; Nyblom 2014), motivy volby dopravního prostředku (Braun Kohlová 2010), které jsou často specificky zaměřeny jednak na základě pohlaví, věku, sociálního statusu, účelu cesty (Rubin a kol. 2014), jednak na základě lokalizace bydliště od zastávek veřejné dopravy (Ivan 2010) nebo vlivu délky cesty (Scheiner 2010; Elldér 2014). Ve většině případů je však výzkum založen na primárních datech a následném statistickém vyhodnocení. V případě hodnocení dělby přepravní práce je spojena problematika elasticity poptávky (tj. za jakých podmínek (cena, čas atd.) jsme nuceni/ochotni změnit své rozhodnutí o volbě dopravního prostředku) a aplikace modelů diskrétní volby, především tzv. logitového modelu (viz Chmelík 2015). Zároveň lze do této skupiny zařadit studie časoprostorových vzorců dopravního chování jedinců nejčastěji sledovaných pomocí časoprostorových deníků (např. Schoenduwe a kol. 2015; z českých autorů Kraft 2014), v poslední době využitím lokalizačních dat mobilních telefonů (např. Novák, Temelová 2012; Novák, Novobilský 2013) nebo použitím GPS zařízení (např. Kraft, Květoň 2015). Specifickou studii českých autorů, kterou je možné do této skupiny zařadit, představuje článek Kvizdy a Seidenglanze (2014), jež popisuje zranitelnost letecké dopravy po výbuchu islandské sopky v roce 2010 s dopadem na intermodální přesun cestujících na železnici.

Na základě výše uvedeného lze při pochopitelné značné míře generalizace shrnout hlavní směry stávajících oblastí dopravně-geografického výzkumu interakcí mezi středisky osídlení do čtyř skupin: 1/ rozvoj vyplývající ze změny dostupnosti, 2/ tradiční metody matematického modelování, především modelování přepravní poptávky, 3/ institucionální směr: tj. vlivy řízení na dopravní organizaci a plánování a nakonec 4/ směr dopravního chování a jeho vlivu na volbu dopravního prostředku. Obecně lze přitom zjednodušeně uvést, že výzkum probíhá téměř na všech regionálních řádech v závislosti na studovaném tématu. Je však zřejmé, že například výzkumy změn dopravní dostupnosti vlivem výstavby rychlostní infrastruktury se více soustředí na mezoregionální či makroregionální měřítko, kdežto např. problematika dopravního chování obyvatel je více spojena s lokální a regionální úrovní. Tyto skutečnosti souvisí rovněž s metodologickými složitostmi daného sledování, které jsou determinovány získáním dostatečného množství informací o intenzitě a struktuře interakce, jejím počátku a cíli. Dostupnost dat tak do značné míry ovlivňuje použitou metodologii (kvantitativní vs. kvalitativní přístupy).

4. Prostorové interakce a jejich podmiňujících faktory

V rámci studia literatury související s problematikou interakcí v geografii a na základě výsledků příspěvků, které tvoří součást předkládané práce, je možné generalizovaně identifikovat hlavní faktory, které determinují charakter a samotnou existenci interakce. Vzhledem k zaměření výzkumu se jedná především o pohled na dopravní vztahy středisek a proudy mezi nimi. Výsledky a zjištění jednotlivých empirických studií jsou vztaženy k interakcím v sídelním a regionálním systému Česka a doplněny diskusí relevantních zahraničních příspěvků. Generalizované představení hlavních podmínek pochopitelně nezahrnuje veškeré možné faktory a diferenciacní mechanismy, ale soustředí se na ty hlavní, především na faktory geografické, socioekonomické, institucionální a behaviorální povahy. Jejich výběr je zároveň ovlivněn zaměřením práce na vztahy mezi nodálními středisky osídlení, až na výjimku v podobě příspěvku zabývajícím se diferencovaným vývojem nabídky na úrovni obcí a jejich částí ve vybraných modelových mikroregionech (Květoň, Chmelík a kol. 2012). Proto nemusí být v přehledu detailně či samostatně uvedeny všechny relevantní faktory, které mohou mít vliv především v úzce vztahově provázaných metropolitních regionech a městských prostorech. Přestože cílem práce primárně není ucelené hodnocení vývoje vzájemných kontaktů středisek především v druhé polovině transformačního období, tj. cca po roce 2000, jsou tyto informace, obzvláště ve vztahu ke konkurenceschopnosti jednotlivých dopravních módů, součástí případových studií (Chmelík a kol. 2010; Chmelík 2015).

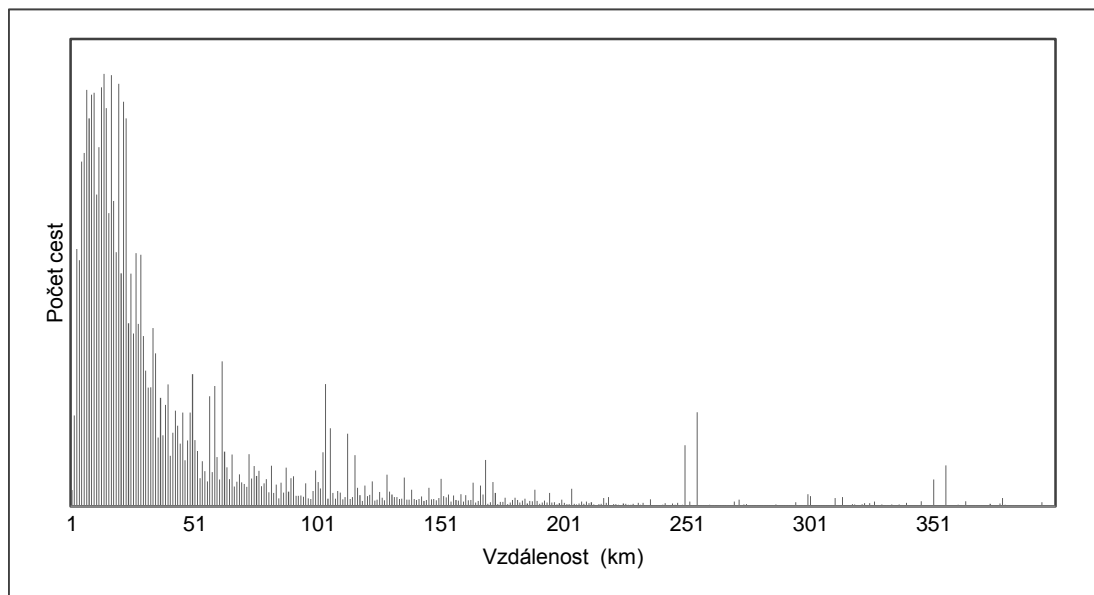
4.1. Vzdálenost středisek

Z hlediska dopravních interakcí mezi středisky osídlení lze nejprve blíže diskutovat faktor vzdálenosti, který ovlivňuje vzájemnou dostupnost (akcesibilitu) středisek, a tím pádem usnadňuje či naopak znesnadňuje vznik funkčních vazeb. V této souvislosti je často uváděn teoretický koncept tzv. distance-decay (viz např. Haggett 2001; Martínez, Viegas 2013; Halás a kol. 2014), který vyjadřuje vztah mezi intenzitou interakcí a vzdáleností středisek. Přestože s rozvojem nových technologií (internet, mobilní telefon atd.), které částečně nahrazují fyzický kontakt, a vlivem zvyšování cestovních rychlostí a bohatnutí společnosti význam vzdálenosti potažmo cestovních nákladů klesá (např. Rietveld, Vickerman 2004), lze považovat dostupnost středisek (charakterizovanou v tomto případě časovou vzdáleností), zvláště v případě cest s charakterem denní frekvence dojížděky, stále za jeden z hlavních faktorů podmiňujících intenzitu interakce. Druhým faktorem, který naopak narůstá na významu, je přitom především diferencovaná atraktivita sídel, která v Česku zvláště v transformačním období typickým proměnou vúdčích středisek a regionů (více Hampl 2005) změnila poměry v distribuci přepravních proudů. Obecný trend posledních let potvrzuje především nárůst průměrné přepravní vzdálenosti, který činil v období od roku 1995 v Česku více než 20 % (Ročenka dopravy ČR 2001, 2009, 2013). Příčiny tohoto vývoje lze nalézt v mnoha faktorech, např. v nárůstu přepravy na delší vzdálenosti ze zázemí velkých měst, v růstu významu a koncentrace pracovních a řídicích funkcí u hierarchicky nejvyšších středisek Česka s dopadem na zvýšenou

intenzitu a frekvenci dojíždění, v rozšiřující se nabídce veřejné dopravy v posledním desetiletí (zvláště v zázemí krajských měst, mimo jiné v souvislosti s budováním integrovaných dopravních systémů) či v zkracování časové dostupnosti středisek vlivem zvyšování kapacitních a rychlostních parametrů dopravní infrastruktury. Diferenciace vztahu míry interakce a vzdálenosti od centra potvrzuje studie Haláse a kol. (2014), ze které je patrný výrazný rozdíl v průběhu funkce vzdálenosti u pracovní dojížděky do Prahy a krajských měst. Souvisejícím faktorem diskutovaným v jedné z následujících podkapitol je rovněž vliv vzdálenosti na strukturu dopravní interakce, neboť je zřejmé, že délka cesty výrazně ovlivňuje použití dopravního prostředku a jeho konkurenceschopnost na přepravním trhu (viz Chmelík 2015). Obecný příklad vlivu vzdálenosti na intenzitu interakcí přibližuje rámeček č. 2.

RÁMEČEK Č. 2: VLIV VZDÁLENOSTI NA INTENZITU INTERAKCE

Vztah mezi intenzitou interakce a vzdáleností středisek lze obecně ilustrovat na případu absolutního počtu cest ve vnitrostátní železniční osobní přepravě v jednotlivých tarifních kilometrech (tj. kilometrické vzdálenosti uvedené na jízdence). Data byla pořízena společností České dráhy na základě prodaných jízdních dokladů v období let 2013 až 2015, u kterých je zřejmý zdroj a cíl cesty (výchozí a cílová stanice uvedená na jízdence). Data za jiné módy jsou v obdobném rozsahu nedostupná většinou z důvodu chybějící nebo nákladné evidence. Z přiloženého grafu je patrné, že s rostoucí vzdáleností mezi středisky klesá úhrn cest a jejich pravděpodobnost. Občasné výrazně se vychylující hodnoty na delší vzdálenosti jsou ovlivněny významnými relacemi v dálkové dopravě s konkurenceschopným železničním spojením, např. do relací se vzdáleností cca 100 km spadají relace Praha – Pardubice/ Ústí nad Labem, Ostrava – Olomouc, do relací se vzdáleností cca 250 km relace Praha – Brno/Olomouc a do relací o vzdálenosti cca 350 km relace Praha – Ostrava.



Zdroj: vlastní zpracování na základě údajů ČD, a.s.

Vzdálenost mezi středisky je vyjadřována mnoha způsoby (viz např. Michniak 2002), nejčastěji tradičně geometricky v kilometrech či jako ukazatel časové dostupnosti v minutách. Právě dostupnost a její změny jsou častým tématem studií v rámci české

a slovenské geografii (Rölc 2001; Michniak 2002; Horňák 2006; Seidenglanz 2007; Maier a kol. 2007; Hudeček 2008; Kraft, Vančura 2009a; Marada a kol. 2013 atd.).

4.2. Velikost a strukturální charakteristiky středisek

Intenzita vzájemných vazeb středisek je významně ovlivněna jejich velikostí a významem, neboť je zřejmé, že větší a rozsáhlejší střediska podmiňují nejvyšší hodnoty interakcí. Tento proces se však vyznačuje značnou asymetrií, jelikož dvě populačně stejně velká střediska v realitě často generují/přitahují rozdílné objemy interakcí – viz rámeček č. 3. Tato diferencovaná „kvalita“ středisek vychází především z jejich strukturálních charakteristik, především socioekonomických (např. pracovní význam, služby apod.) a institucionálních funkcí (zejména administrativní funkce) na různých regionálních řádech. V této souvislosti se často hovoří o diferencované atraktivitě a emitivitě středisek (např. Rodrigue a kol. 2006), tj. pojmech spojených s klasickými interakčními modely. Atraktivita je přitom chápána jako schopnost střediska „přitahovat“ kontakty, emitivita je naopak spojena s jeho generativní funkcí (schopností vytvářet kontakty). Tyto atributy středisek jsou nejčastěji ovlivněny kombinací mnoha faktorů, např. počtem a strukturou pracovních příležitostí, přítomností řídicích, obslužných a administrativních funkcí, úrovní příjmů, kvantitativně těžce uchopitelnou úrovní „kvality života“ a v neposlední řadě také dopravními možnostmi obyvatel (dopravní infrastruktura, nabídka veřejné dopravy, vlastnictví automobilu – více viz Marada, Květoň 2010; Květoň, Chmelík a kol. 2012), kde dochází k rozdílným významu velikosti obce dle dopravního módu. V případě veřejné dopravy se potvrzuje předpoklad růstu dopravních možností s velikostí obce (viz Marada, Květoň 2010). Tento vztah naopak neplatí u individuální dopravy vyjádřené mírou automobilizace. V této souvislosti Květoň (2011) upozorňuje na vyšší míru subjektivních, obtížně měřitelných, faktorů, které ovlivňují použití automobilu (blíže viz Chmelík 2015).

Související problematikou velikosti a kvalitativního významu středisek je jejich vztahová otevřenost, resp. uzavřenost. Ta vychází z poznání, že se v závislosti na zvětšování středisek relativní intenzita interakce snižuje (více Hampl a kol. 1987). To platí především v případě pravidelných pohybů za prací a do škol, které jsou především mikroregionálním procesem mezi jádrem a zázemím s jejich rozdílnými podmínkami pro interakci. U jádra, resp. nodálních středisek, lze očekávat daleko rozsáhlejší pracovní a obslužné funkce, a proto je jeho otevřenost nižší. Tato skutečnost souvisí s výše uvedenou diferencovanou atraktivitou a emitivitou středisek, kdy větší a významnější, méně otevřená střediska disponují vyšší atraktivitou a nižší emitivitou a naopak. To lze jednoduše ilustrovat na údajích o dojížděkových proudech při použití salda dojížděky a vyjížděky do střediska. Velice generalizovaně lze pro vysvětlení uvést, že při pozitivním saldu je středisko více atraktivní, při negativním naopak. Toto zjednodušení však nelze použít univerzálně, neboť geografická realita je složitější, a proto je nutné každý z příkladů posuzovat především s ohledem na rozdílnou hierarchickou úroveň sledování a vyjádření kontaktů středisek.

Z předchozích poznámek vyplynulo, že samotná populační velikost není jednoznačným ukazatelem pro vznik a míru interakce. Z toho důvodu je vhodné využití ukazatelů,

kteřé svou konstrukcí více zohledňuje reálný význam středisek než jejich prostá populační velikost. V české geografické literatuře se významové kvantifikaci velikosti center věnuje především M. Hampl (1987, 1996, 2005) v souvislosti s funkční hierarchizací středisek a vymezením sociogeografických regionů.

RÁMEČEK Č. 3: ASYMETRIE INTENZITY INTERAKCÍ VE VAZBĚ NA VELIKOST STŘEDISKA

V případě Česka lze asymetrii interakčního procesu ve vztahu k populační velikosti střediska elementárně vyjádřit na základě salda vyjížděky a dojížděky do střediska. Kladná hodnota salda a vyšší podíl salda na celkovém počtu obyvatel střediska vyjadřuje schopnost střediska přitahovat kontakty, tj. míru jeho atraktivity, jež je ovlivněna celou řadou faktorů diskutovaných v textu. Tabulka obsahující údaje za střediska osídlení Česka s populační velikostí nad 40 tisíc obyvatel potvrzuje předpoklad, že dvě obdobně populačně velká střediska osídlení generují/přitahují rozdílné objemy interakcí.

	Saldo dojížděkových proudů (2011)	Počet obyvatel (2011)	Podíl salda na počtu obyvatel
Praha	170 405	1 234 037	14%
Brno	87 018	379 871	23%
Ostrava	39 393	301 942	13%
Plzeň	30 187	167 648	18%
Liberec	9 285	101 607	9%
Olomouc	25 819	99 527	26%
Ústí nad Labem	8 378	94 853	9%
Hradec Králové	18 021	93 801	19%
České Budějovice	24 431	93 639	26%
Pardubice	13 614	89 632	15%
Havířov	-9 373	79 690	-12%
Zlín	11 168	75 875	15%
Kladno	-873	68 660	-1%
Most	160	66 730	0%
Karviná	2 079	59 698	3%
Opava	6 828	58 684	12%
Frýdek-Místek	640	58 091	1%
Karlovy Vary	5 340	50 882	10%
Děčín	291	50 613	1%
Jihlava	12 311	50 600	24%
Teplice	1 489	50 463	3%
Chomutov	1 190	49 650	2%
Přerov	3 849	45 390	8%
Jablonec nad Nisou	23	45 031	0%
Prostějov	3 065	44 534	7%
Mladá Boleslav	11 419	44 051	26%

Poznámka: Saldo dojížděkových proudů = počet vyjíždějících obyvatel celkem ze střediska + počet dojíždějících obyvatel celkem do střediska; seřazeno sestupně podle počtu obyvatel. Evidence dojížděkových proudů v SLDB 2011 je zatížena řadou chyb. Podle některých analýz je ovšem pravděpodobné, že chyby mají „plošný“ charakter (např. Hampl, Marada 2015) – viz kapitola 5.1.

Zdroj: vlastní zpracování na základě údajů z dat SLDB 2011 a počtu obyvatel v obcích Česka k 1. 1. 2011 (ČSÚ 2013).

4.3. Geografická a dopravní poloha střediska

Samostatným faktorem, který vnáší do vztahu velikosti, významu, vzdálenosti a jejich dopadů na interakci středisek značnou variabilitu a asymetrii, je geografická, popřípadě také specifická dopravní poloha středisek (viz Marada a kol. 2010). Tu lze podobně jako geografickou polohu sledovat ve dvou významových dimenzích, jako polohu horizontální a vertikální (Marada 2006). Horizontální geografická poloha střediska vychází z jeho lokalizace, resp. vzdálenosti k ostatním významově rozdílným jednotkám. Horizontální geografickou polohu výrazně ovlivňuje vliv makropolohy, tj. zjednodušeně umístění regionu v rámci státu. Ten se projevuje v Česku typickým západovýchodním gradientem, který je patrný rovněž na ukazatelích dopravní nabídky, např. míry automobilizace či preference módu pro dojížděky do zaměstnání (Marada, Květoň 2010; Květoň 2011). Jedním ze souvisejících determinantů horizontální polohy je rovněž postavení střediska/regionu v dopravní síti, tj. specifická dopravní poloha (Marada 2006). Kvalita dopravní sítě je z hlediska makropolohy přitom výrazně diferencovaná (např. dálnice propojují jen některé oblasti, jejich koncentrace není rovnoměrná apod.), na jejím utváření měla zásadní vliv sídelní hierarchie. Horizontální dopravní poloha z pohledu studia interakcí určuje časovou dostupnost vůči ostatním geografickým jednotkám, a tím pádem výrazně determinuje konkurenceschopnost hlavních dopravních módů s dopadem na podíl dělby přepravní práce (např. rozdílná kvalita horizontální dopravní polohy v relacích Česká Třebová – Praha/Brno, Humpolec – Praha/Brno jako příklad rozdílu potenciálu k železniční, resp. silniční dopravě; více ke konkurenceschopnosti jednotlivých módů Chmelík a kol. (2010) a Chmelík (2015)). K tomu je zároveň nutné uvést, že především železniční síť v Česku, na rozdíl od „flexibilnější“ silniční sítě, v řadě případů nereflektuje současné dopravní potřeby, jelikož byla vybudována v prostředí odlišných společensko-ekonomických podmínek (Marada 2006).

Vertikální dopravní poloha naopak souvisí s významem střediska a jeho pozicí v hierarchii, která ovlivňuje úroveň kvality dopravní obsluhy střediska veřejnou a individuální dopravou (např. rozdílná dopravní obsluha malé obce v zázemí metropolitního regionu vs. na venkově), přičemž je zřejmé, že intenzita a struktura dopravních interakcí je rozdílná při spojení středisek na různých regionálních řádech vlivem charakteru a časové frekvence přepravních proudů (denní dojížděka do zaměstnání na mikroregionální úrovni; týdenní dojížděka při spojení s mezoregionálním centrem; občasná obchodní cesty do makroregionálního střediska atd.). V zásadě lze souhlasit s Maradou (2006, s. 2), který uvádí, že „s hierarchickým významem dopravních nódů narůstá komplexita zajištění jejich dopravních potřeb, tzn. že méně významné dopravní nody jsou obsluhovány spíše lokální dopravou, u středně významných nódů se ve struktuře dopravní obslužnosti již výrazněji uplatňuje dálková doprava a nody nejvýznamnější jsou obsluhovány všemi druhy i všemi hierarchickými úrovněmi dopravy“. Tato úvaha koresponduje s obecným konceptem segmentace veřejné dopravy, která je v rámci koncepčního materiálu Ministerstva dopravy (Strategie podpory dopravní obsluhy území, 2003) rozdělena podle velikosti sídla

a funkce zajištění přepravních potřeb do čtyř oblastí⁹, přičemž je zřejmé, že nejvýznamnější střediska jsou obsluhována na všech úrovních. Uvedená teoretická východiska byla rovněž ověřena empirickým výzkumem, když se problematice dopravně-geografické hierarchizace středisek osídlení v Česku a vytvoření typologie zajištění jejich veřejné obsluhy (komplexní, dálková vs. místní, autobusová vs. silniční) věnoval M. Marada (Marada 2003; Marada a kol. 2010). V oblasti silniční dopravy (osobní a nákladní automobily, motocykly) na něj při použití obdobné metodiky navázal S. Kraft (Kraft 2009; Kraft, Vančura 2009b).

Z výše uvedených charakteristik horizontální a vertikální dopravní polohy je zřejmá jejich těsná provázanost, přičemž „hierarchie dopravních spojnic je spíše sekundárního charakteru a je podmíněna hierarchií spojovaných nódů vyššího řádu“ (Marada 2006, s. 2), což způsobuje, že dopravní poloha menších sídel ležících na významném dopravním tahu může být výrazně lepší než jejich regionální význam a jejich reálná nabídka je nadhodnocená. S tím pak v případě veřejné dopravy souvisí snaha posilovat také svou vertikální dopravní polohu prostřednictvím požadavků na rozšiřování nabídky vyššího přepravního segmentu z úrovně místních zájmových skupin a představitelů samospráv¹⁰.

4.4. Institucionální prostředí a jeho vliv na dopravní organizaci

Jedním z faktorů, který nepřímou ovlivňuje intenzitu a strukturu interakce prostřednictvím vlivu na dopravní organizaci a plánování, je institucionální prostředí na různých hierarchických úrovních. Tento faktor je velmi obtížně „měřitelný“, vychází rovněž z hlubší znalosti prostředí, která umožňuje, byť místy subjektivně, hodnotit tuto problematiku v širších souvislostech. Primárním východiskem je dopravní politika státu, popř. v širším měřítku např. Evropské Unie, a legislativní prostředí, které vytvářejí společný rámec pro zajišťování podmínek pro přepravu obyvatel, tj. především výstavbu dopravní infrastruktury, zajišťování služeb ve veřejné dopravě a zajištění financování v dopravním sektoru. V rámci těchto základních koncepčních cílů dopravní politiky jsou řešena konkrétní opatření, která mají v konečném důsledku v některých případech dopad na intenzitu (např. plánování infrastruktury a nabídky veřejné dopravy má významný dopad na přepravní proudy) a dělbu přepravní práce (tj. v podstatě strukturu interakce), např. preference veřejné dopravy a v ní segmentu železnice jako kapacitní páteře dopravního systému v rámci státu, a s tím související platba mýta

⁹ A Meziaglomerační doprava (spojení rozvojových oblastí mezinárodního významu; Praha, Brno, Ostrava, zahraniční aglomerace); B Rychlá regionální a meziregionální doprava (rychlá spojení mezi regiony a v regionech (body nadřazené síti jsou obce cca od 5 000-15 000 obyvatel); C Regionální přepravní páteře (páteře regionálních a městských systémů – regionální železnice, metro, příp. autobusové linky, kde jsou nevhodné parametry železniční infrastruktury); D Plošná rozvozová doprava (rozvozové regionální autobusy, vybrané dopravní služby z oblasti vnitrozemské plavby (zejména přívozy).

¹⁰ Především v případě dálkové železniční dopravy, např. u mediálně známých požadavků na zastavování všech vlaků vedených přes Českou Třebovou v této železniční stanici.

a následná redistribuce daňových odvodů získaných u silniční dopravy do výstavby a provozu šetrnější železniční dopravy apod.¹¹

Z pohledu determinace dopravních interakcí lze zjednodušeně identifikovat dvě úrovně, přičemž první souvisí s vlivem decizní sféry na priority ve výstavbě dopravní infrastruktury, jejichž realizace v řadě případů podléhá různým zájmovým skupinám (regionální politici, stavební firmy, ochránci životního prostředí, vlastníci pozemků, místní obyvatelé apod.) bez ohledu na to, aby byly realizovány stavby, které jsou objektivně z dopravního hlediska významnější (viz Viturka a kol. 2012; Chmelík, Marada 2014; Halás, Kraft 2016).¹² Souvisejícím problémem je proces samotného plánování dopravní infrastruktury a jeho prioritizace, která by měla vycházet z reálných celospolečenských potřeb. Ve státech s vyspělým infrastrukturním plánováním jsou dlouhodobě využívány obsáhlé metodické procesy evaluace dopravních projektů se zahrnutím řady konkrétních dopadů (např. Hayashi, Morisugi 2000; Ksiazkiewicz 2012), které se v Česku začali ve větší míře uplatňovat až po vstupu do Evropské Unie a potřebě prokázat potřebnost staveb pro spolufinancování z unijních rozpočtů. Právě i pro tyto účely je nezbytná kvalitní přepravní analýza a následná prognóza založená na obecných přístupech a možnostech hodnocení interakcí mezi středisky osídlení (více viz Chmelík, Marada 2014). Samotnému postavení geografie v dopravním plánování a způsobům hodnocení dopravních procesů se detailně věnuje např. Ksiazkiewicz (2012).

Druhou skupinou institucionálních faktorů je problematika rozdílů v zajišťování veřejné hromadné dopravy, která je v Česku rozčleněna do tří úrovní¹³. Stát prostřednictvím Ministerstva dopravy zajišťuje páteřní dálkovou železniční dopravu pro spojení metropolitních areálů a významných středisek. Kraje objednávají u dopravců regionální železniční a linkovou autobusovou dopravu pro zabezpečení dopravní obslužnosti svého formálně vymezeného územního obvodu. Obce zajišťují veřejnou dopravu nad rámec dopravní obslužnosti kraje, nejčastěji se jedná o městskou hromadnou dopravu. K tomu jsou v systému hromadné dopravy osob zároveň provozovány služby bez nároků na kompenzace z veřejných rozpočtů, především dálkové autobusové linky a vlaky v nejnvýhodnějších relacích. Z výše uvedeného rozdělení vyplývá, že za zajištění dopravní obslužnosti jsou zodpovědné jednotlivé úrovně veřejné správy, jejichž postoj k veřejné dopravě je často různý vzhledem k odlišným prioritám politické reprezentace

¹¹ Typickým příkladem je srovnání Česka a Švýcarska, jakožto země s jedním z nejrozvinutějších dopravních systémů. V obou případech je v rámci veřejné dopravy preferováno postavení železnice jako páteře pro spojení v regionální a nadregionální dopravě. Zatímco v Česku se však v posledních několika desetiletích investovalo především do silniční sítě, ve Švýcarsku je v souladu s dopravní politikou konfederace postupně modernizována železniční síť. Efekt dopravně-politických opatření je zejména patrný při přepravě v severojižním směru přes Alpy, kdy je snahou omezovat především nákladní silniční dopravu jejím převedením na železnici, kde byly z výběru mýtného v silniční dopravě financovány významné stavby na železnici jako tunel Lötschberg či Gotthard.

¹² Například oddalování výstavby rychlostní silnice R35, která by byla alternativou pro spojení severní Moravy s Prahou a ulehčila přetížené dálnici D1. Opačným příkladem je např. elektrizace trati České Budějovice – České Velenice, jejíž potřeba je vzhledem k nízké frekvenci spojů osobní dopravy diskutabilní.

¹³ Rozdělení kompetencí vychází ze zákona č. 194/2010 Sb., o veřejných službách v přepravě cestujících a o změně dalších zákonů.

(například častá neochota optimalizovat dopravní obsluhu v předvolebním roce) či odbornosti a (ne)zájmu pracovníků, kteří jsou odpovědní za plánování dopravní obsluhy. Nejviditelnější diferenciace nabídky veřejné dopravy je přitom na úrovni jednotlivých krajů, kdy se řada z nich snaží zajistit a rozvíjet kvalitní síťovou multimodální obsluhu v kooperaci s obcemi prostřednictvím tzv. integrovaných dopravních systémů¹⁴, jejichž budování je podporováno z veřejných rozpočtů jako alternativa k méně environmentálně šetrné individuální dopravě. Na straně druhé existují také kraje, které nemají zcela konkrétní představu o zajištění obsluhy území veřejnou dopravou. Na základě výše uvedené diskuze lze konstatovat, že zajištění veřejné dopravy jako jedné z hlavních opor dopravních interakcí je výrazně determinováno schopností několika jedinců v jednotlivých úrovních decizní sféry, popřípadě jejich ovlivnění dopravci, politiky, jejich osobními vztahy apod. Možnou podobnost v problematice evaluace dopravních opatření lze stejně jako v případě dopravní infrastruktury nalézt u hodnocení úrovně rozsahu nabídky veřejné dopravy či jednotlivých dopravních konceptů, u kterých by mělo být zřejmé, zda je řešení adekvátní s ohledem na reálné potřeby obyvatel. Institut dopravního plánování se nově od roku 2010 objevil v zákoně upravujícím objednávání veřejných služeb v přepravě cestujících (viz výše), avšak v relativně vágní formě. Nově definovanou povinností objednatele sice je sestavit dopravní plán, avšak náležitosti týkající se evaluace dopravních řešení na základě relevantních ukazatelů zde nejsou stanoveny. Právě v tomto případě by bylo možné očekávat, že objednatelé, kteří stanovují rozsah služeb pro realizaci přepravních potřeb obyvatel, budou pravidelně vyhodnocovat úspěšnost a kontinuálně měnit dopravní koncepci na základě reálné přepravní poptávky. To s sebou samozřejmě nese potřebu kvalitních údajů o dopravních interakcích, jejichž dostupnost je omezená (viz kapitola 5). Výše uvedené je především nutné vzít v úvahu při studiích, které pracují s informacemi o nabídce veřejné dopravy, která nemusí nutně korelovat s rostoucí/klesající propojeností středisek apod.

Souvisejícím faktorem, který reálně ovlivňuje dopravní chování obyvatel v podobě volby dopravního prostředku, je cena přepravy. V případě individuální přepravy se jedná především o variabilní složku dopravních nákladů v podobě ceny pohonných hmot, která ovlivňuje využívání automobilu, přičemž kromě tržních mechanismů je významně ovlivněna institucionálními vlivy (daň z přidané hodnoty, spotřební daň atd.). Především při požadavcích na přepravu na kratší a střední vzdálenosti může být cena pohonných hmot jedním z hlavních faktorů pro změnu módu (Delsaut 2014). Problematika rozhodování o cenotvorbě ve veřejné dopravě je zpravidla determinována charakterem smluvního vztahu mezi objednatelem služby (tj. v podmínkách Česka – stát, kraj, obec) a dopravcem, který zajišťuje definované požadavky. V případě, že objednatel hradí veškeré náklady spojené se zajištěním služby, tak obvykle nařizuje

¹⁴ Za nejvyšší integrovaný dopravní systém je českou odbornou veřejností považován systém integrované dopravy Jihomoravského kraje (IDS JMK), u kterého bylo dosaženo hlavních aspektů integrace, tj. dopravní (provázání jízdních řádů), tarifní (jednotný tarif a jízdní doklady) a organizačně-provozní (vytváření multimodálních přestupních terminálů, společný dispečink atd.). Vliv IDS JMK na sídelní systém a rozvoj venkovských oblastí Jihomoravského kraje hodnotí ve své studii Šťastná a kol. (2015).

cenovou hladinu jízdného, neboť de facto odpovídá za výši dosahovaných tržeb. Tento model je typický především pro regionální a lokální dopravu, kdy je cena jízdného určována samosprávou (např. jízdné IDS a MHD). Druhou hlavní skupinou jsou smlouvy, u kterých je riziko dosahovaných výnosů na straně dopravce, neboť objednatel hradí rozdíl mezi předpokládanými náklady a tržbami, tj. tzv. kompenzaci, resp. dle dřívější legislativy prokazatelnou ztrátu. Typickým případem je zabezpečení služeb v dálkové dopravě, kde objednatel vychází z předpokladu, že je dopravce s ohledem na své obchodní a marketingové možnosti schopen ve větší míře ovlivnit výši tržeb. Nad rámec objednávaných veřejných služeb jsou zároveň provozovány komerční spoje dopravců, u kterých se i v případě Česka postupně rozšiřuje systém tzv. správy výnosů (angl. yield management) ve snaze maximalizovat výnos na sedadlo. Koncová cena pro cestujícího se v poptávané relaci pro jednotlivé spoje liší dle intenzity přepravní poptávky (denní, týdenní), popř. dalších faktorů.

4.5. Dopravní chování obyvatel

S determinujícími faktory institucionálního prostředí souvisí také problematika dopravního chování, v rámci které jsou řešeny především subjektivní faktory jedinců spojenými s volbou cesty a výběrem dopravního prostředku, kde v řadě případů nerozhodují pouze hlavní, měřitelné faktory jako je čas a cena přepravy. Tuto oblast v souvislosti s dopravními příležitostmi obyvatel definuje Květoň (2011) jako sociokulturní faktory, jejichž povaha je především subjektivní. Právě problematika volby dopravního prostředku (angl. mode-choice) a s ní související dělby přepravní práce (angl. modal-split) je významným výzkumným tématem vědních disciplín zabývajících se otázkami dopravních vztahů, přičemž je zároveň důležitá pro potřeby praxe z důvodu aplikační stránky, zejména při procesu dopravního plánování. V Česku se této problematice, která je častým tématem výzkumů v rámci paradigmatu nové mobility, věnují především socioložky H. Brůhová-Foltýnová a M. Braun Kohlová (např. Brůhová-Foltýnová a kol. 2008; Braun Kohlová 2010). Ze zahraničních autorů lze uvést např. dlouhodobý výzkum J. Scheinera a Ch. Holz-Raua, kteří se zabývají vztahem volby dopravního prostředku, životního stylu a charakteristiky jedinců (Holz-Rau, Scheiner 2010; Scheiner 2010; Scheiner, Holz-Rau 2012; Scheiner 2014 atd.).

Možnosti diferenciací podmiňujících faktorů dopravního chování jsou značně rozsáhlé. Generalizovaně je však možné faktory ovlivňující výběr módu v rámci dělby přepravní práce klasifikovat do tří skupin (např. Ortúzar, Willumsen 2001, podobné rozdělení také Strandling, Anable 2008). První skupinu představuje soubor charakteristik aktéra (cestujícího jedince), mezi které lze zařadit především dostupnost automobilu, řidičského oprávnění, věk, rodinný stav (např. lze předpokládat, že použití vozu ovlivňuje počet členů domácnosti), pohlaví (více viz např. Scheiner, Holz-Rau 2012), příjem a druh zaměstnání (např. možnost využití služebního vozu) a v neposlední řadě geografické a socioekonomické charakteristiky bydliště aktéra, které determinují jeho dopravní možnosti (hustota zalidnění, městský vs. venkovský prostor, typ zástavby, dopravní poloha apod.; více viz Marada, Květoň 2010; Květoň, Chmelík a kol. 2012). V souvislosti s omezujícími podmínkami dostupnosti dopravy pro některé skupiny obyvatel můžeme hovořit o dopravní exkluzi (více viz Květoň 2011). Významným

faktorem volby dopravního prostředku se stále rostoucím vlivem je také životní styl a postoj konkrétního jedince (Holz-Rau, Scheiner 2010; Novák, Temelová 2012), který v některých případech potlačuje tradiční determinující sociodemografické a ekonomické charakteristiky, které popisují životní situaci a možnosti.

V rámci druhé skupiny jsou zahrnuty faktory, které vázány na samotnou cestu, kdy je výběr módu ovlivněn jejím účelem (např. rozdíl v použití dopravního prostředku pro cestu do zaměstnání, služební cestu či víkendový výlet; více např. Sheppard 1995) a časem její realizace (např. nízká nabídka veřejné dopravy v nočních hodinách apod.). Patrná je provázanost s faktory uvedenými v první skupině, neboť je zřejmé, že určité typy cest vykonávají pouze některé demografické (např. Zandvliet a kol. 2006) a socioekonomické skupiny obyvatel.

Třetí skupinu determinujících faktorů tvoří charakteristiky dopravní nabídky, resp. dopravních možností, které lze rozdělit do dvou kategorií, na kvantitativní a kvalitativní faktory. Hlavními kvantitativními faktory jsou cestovní doba (tj. čas strávený v dopravním prostředku včetně chůze, čekání na zastávce, přestup apod.; blíže např. Ivan 2010), cena přepravy (jízdné, cena pohonných hmot – např. Delsaut 2014, fixní provozní náklady atd.), případně dostupnost (a cena) parkování. Mezi obtížně měřitelné kvalitativní faktory řadíme především komfort, pohodlí, spolehlivost, bezpečnost atd. (více viz Ortúzar, Willumsen 2001). Právě tyto faktory však často hrají významnou roli v reálném rozhodování o volbě dopravního prostředku. V řadě případů jsou totiž celkové náklady na cestu výrazně nižší v případě veřejné dopravy, avšak reálný podíl na přepravním trhu hovoří jasně ve prospěch individuální dopravy, což empiricky potvrzuje zařazená studie zabývající se hodnocením dělby přepravní práce u vybraných dálkových relací v Česku (viz Chmelík 2015). Na druhou stranu v oblasti konkurujících módů veřejné dopravy (v podmínkách Česka reálně vlak a autobus) se ve většině případů cestující více rozhoduje na základě doby cesty a její ceny. V Česku jsou přitom patrné hlavní železniční a autobusové relace, které jsou výrazně determinovány kvalitou dopravní infrastruktury, nabídkou spojení (viz Chmelík a kol. 2010; Chmelík 2015) a do jisté míry také zvyklostí cestujících využívat obvyklý mód. Vzhledem k postupnému zkvalitňování dopravní sítě v posledních cca 10 letech přitom dochází v některých relacích k proměnám preferencí obyvatel, které jsou patrné ve změnách podílů železniční a autobusové dopravy na celkových přepravních výkonech veřejné dopravy (více viz Chmelík 2015).

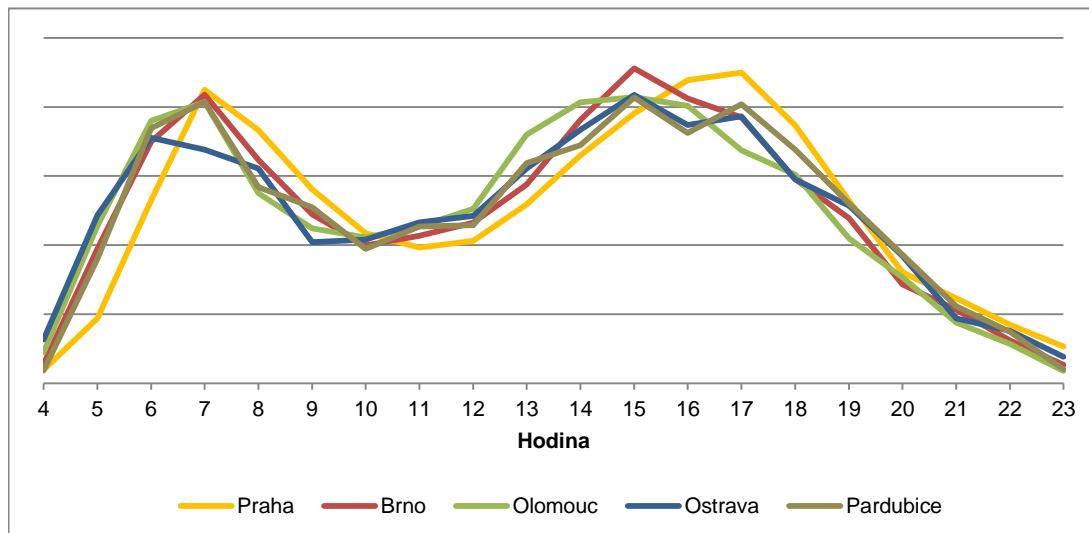
4.6. Variabilita poptávky podmíněná časovými rytmy

Konečně je v souvislosti s problematikou intenzity, struktury a povahy dopravních interakcí oprávněné diskutovat jejich časovou nerovnoměrnost. Je totiž zřejmé, že dopravní interakce vykazují sezónní variabilitu (letní vs. zimní sezóna především v oblasti individuální dopravy), týdenní variabilitu (exponované týdenní přepravní špičky) a především denní asymetrii, vlivem rozdílů v čase denní přepravní špičky nebo naopak v okrajových časových polohách dne (viz rámeček č. 4). Předpokladem přitom je, že míra variability v čase souvisí s atraktivitou a emitivitou zdroje/cíle přepravy a charakteristikou rytmů, tj. opakujících se pohybů. Tento pohled je do jisté míry generalizující, když využívá především velké soubory dat o přepravě. Přestože jsou

tímto obsahově redukovány motivy jednotlivých aktérů a další behaviorální charakteristiky, jsou tyto poznatky cenné především v oblasti plánování a tvorby dopravních strategií. V rámci dopravní geografie nebyla v české literatuře v minulosti, až na výjimky (Mudrych 1998), věnována dostatečná pozornost problematice variability přepravních proudů podmíněné časovými rytmy. V posledních letech se situace mění, častěji se objevují výzkumy časových rytmů související především se strukturálními změnami v městském prostředí. Příkladem může být studie Mulíčka a kol. (2016), ve které je sledována změna frekvence autobusových linek podle dominantního typu obsluhy v transformačním období mezi roky 1989 a 2009.

RÁMEČEK Č. 4: PŘÍKLAD DENNÍ VARIABILITY POPTÁVKY PO PŘEPRAVĚ

Rozdílná variabilita poptávky po přepravě je patrná na příkladu srovnání relativizovaných hodnot obratu (nástup + výstup) počtu cestujících v hlavních stanicích vybraných krajských měst a Prahy, u kterých jsou absolutní hodnoty cestujících nejvyšší. Data byla pořízena majoritním železničním dopravcem v Česku, společností České dráhy, na základě pravidelného sčítání cestujících v březnu a říjnu 2013, 2014 a 2015. Z údajů jsou patrné rozdíly v ranní přepravní špičce, která v případě Prahy začíná s cca hodinovým zpožděním proti ostatním sledovaným střediskům. Ranní špička je zároveň na první pohled odlišná u Ostravy, když dosahuje na rozdíl od ostatních středisek svého maxima mezi 6:00–7:00 (ostatní sledovaná střediska mezi 7:00–8:00). Obdobné rozdíly jsou patrné rovněž u odpolední špičky, která je typicky rozložena do delšího časového intervalu. Zřetelný je opět rozdíl u Prahy, kde špička dosahuje svého maxima mezi 17:00 a 18:00, kdežto u ostatních středisek je tomu o dvě hodiny dříve.



Poznámky: Praha = Praha hl.n. + Praha-Masarykovo nádraží; Ostrava = Ostrava-Svinov + Ostrava hl.n.; v případě ostatních zahrnutých středisek se vždy jedná o hlavní nádraží.

Zdroj: vlastní zpracování na základě údajů ČD, a.s.

Související oblastí výzkumu je problematika každodenního života a prostorové mobility, která se naopak zabývá především časoprostorovými aktivitami jedinců (např. Novák, Sýkora 2007; Temelová a kol. 2011; Novák, Temelová 2012; Kraft 2014). Uvedená problematika úzce souvisí s konceptem geografie času, jehož cílem je zejména

analýza a interpretace časoprostorového chování jedince. Předpokladem přitom je, že rozhodovací procesy jsou ukotveny v určitém objektivním rámci, který má svá omezení, což determinuje přítomnost některých aktivit v čase a prostoru (více např. Frantál a kol. 2012)¹⁵. Tyto skutečnosti v konečném důsledku ovlivňují úroveň intenzity interakcí.

4.7. Souvislosti podmiňujících faktorů

Z výše uvedeného přehledu nejvýznamnějších determinujících faktorů je zřejmé jejich vzájemné prolínání. V řadě případů se přitom jedná o parciální vztahy sledovaných ukazatelů, u kterých není zřejmá kauzalita, význam a odlišnosti v působení na výslednou interakci, mimo jiné pro jejich subjektivní posuzování uživatelem dopravy. Detailní stanovení vah konkrétních příčin vzniku interakce je tedy obtížné s omezenými možnostmi objektivizace. Často je proto nutné přistoupit k subjektivním přístupům, které zohlední konkrétní specifika dle řešené úlohy. Z tohoto pohledu se jeví jako poměrně problematické používání softwarových nástrojů v dopravním inženýrství, které slouží pro stanovení intenzit přepravních vztahů na základě datových vstupů a systémem stanovených pravidel pro výpočet.

Složitost zkoumání prostorových interakcí nepřímo potvrzuje Hampl (1971), když uvádí, že popsání dynamické formy komplexní diferenciacce jevů je daleko obtížnější, nežli zkoumání statických charakteristik, které jsou však pro vznik interakce nezbytné (velikost středisek, jejich socioekonomický význam apod.; viz teorie prostorové interakce). Identifikace dynamických (vztahových) forem je však společně se statickými ukazateli nezbytná pro zjištění míry územní koncentrace vztahů především v oblasti vymezení nadnodálních forem osídlení, tj. vnitřně integrovaných metropolitních regionů (Hampl a kol. 1987; Hampl, Marada 2015).

Navzdory uvedené složitosti je možné velmi generalizovaně uvést, že intenzita interakce je ve větší míře ovlivněna geografickou a dopravní polohou, velikostí a významem (atraktivitou) středisek a jejich vzájemnou vzdáleností. Naopak struktura a kvalitativní forma interakce jsou více determinovány charakteristikami jedince, tj. sociodemografickým statusem, ekonomickou úrovní a životním stylem. Ze samotného výčtu je tedy zřejmé, že nelze uvést, že obyvatelé s vyššími příjmy automaticky využívají pouze individuální dopravu apod. Uvedené zjednodušení je zároveň determinováno měřítkovou úrovní, na které jsou interakce realizovány a souvisejícími faktory, např. motivem cesty a její frekvencí (opakováním) nebo kvalitou dopravních sítí mezi konkrétním počátkem a cílem cesty. Lze očekávat, že na mikroregionální úrovni jsou realizovány pravidelně se opakující procesy (cesta do práce, za službami apod.), u kterých má jedinec vzhledem k časté frekvenci jasné preference volby dopravního prostředku. Při interakcích na vyšších měřítkových úrovních lze s ohledem na typ cesty očekávat nižší frekvenci cest (předpokladem je,

¹⁵ Řada autorů (viz přehled Frantál a kol. 2012) definuje tři typy omezení: 1/ schopnosti jedince (angl. capability constraint), které vycházejí z jeho schopností, dovedností a fyzických možností (např. potřeba spánku, přepravy do zaměstnání); 2/ koordinační omezení (angl. coupling constraint) vychází z nutnosti koncentrace více jedinců v prostoru a v čase s cílem naplnit očekávané aktivity (např. kancelář, škola); 3/ autoritativní omezení (angl. authority constraint) vychází z legislativních, společenských a organizačních norem (např. pracovní doba, školní vyučování).

že se nejedná o rytmický proces), která má společně s předpokladem vyššího vlivu konkurenčních nabídek přepravy dopad na horší předvídatelnost použitého módu.

5. Metodické možnosti hodnocení dopravních interakcí

Reálná složitost problematiky zmiňovaná v předchozí kapitole je umocněna nedostatkem dostupných informací o intenzitách interakcí, natož o jejich struktuře a kvalitativním charakteru. Právě problematika možností hodnocení dopravních interakcí, zejména jejich intenzity a struktury, je obsahem následující části, ve které jsou zobecněně v souvislostech popsány nejprve možnosti využití reálných informací o interakcích a následně představeny hlavní modelovací techniky pro hodnocení intenzity a struktury interakce. S ohledem na zaměření směru výzkumu jsou možnosti diskutovány především ve vztahu k mezistřediskovým vazbám. Diskuze, detailní aplikace a kritická reflexe využití dostupných dat včetně aplikace základních modelů v systému osídlení Česka je součástí příložených případových studií (Chmelík a kol. 2010; Květoň, Chmelík a kol. 2012; Chmelík, Marada 2014; Chmelík 2015).

5.1. Dostupná data a možnosti jejich využití

Jednou z hlavních výzkumných otázek studia prostorových interakcí je vyjádření reálných dopravních kontaktů mezi středisky. V podmínkách (nejen) Česka v tomto ohledu narážíme na omezenou datovou základnu (Chmelík a kol. 2010; Chmelík 2015), přičemž určitý potenciál pro překonání této překážky je patrný v pronikání nových technických možností v oblasti lokalizačních dat mobilních telefonů či GPS zařízení (např. Novák, Novobilský 2013). Tyto přístupy budou diskutovány níže, nicméně jejich uplatnění není vždy možné především v případě potřeby informací o interakcích na vyšších regionálních řádech. Využití „tradičních“ dostupných údajů je možné dle jejich charakteru rozdělit do dvou hlavních skupin: na data znázorňující zatížení dopravní cesty (hranové zatížení/intenzitu) a data zachycující směrové pohyby, u kterých je nám znám zdroj a cíl cesty (často však bez reálného trasování).

První skupina zpravidla představuje údaje o všech cestách, které byly zachyceny v rámci sčítacího úseku, resp. celé sítě, na které bylo provedeno sčítání dopravy (např. počet vozidel, přepravených osob). Jedná se tedy o výsledek agregace chování všech aktérů, kteří činí své rozhodnutí o cestování daným místem na základě svých osobních potřeb (Brůhová-Foltýnová a kol. 2008), přičemž není zřejmý zdroj a cíl jejich cesty, četnost (jak často?) a vlastní účel cesty. Vzhledem k tomu, že se zátěžová data nejčastěji zobrazují na konkrétní síť, zpravidla jim nechybí přiřazení ke zvolenému dopravnímu prostředku/dopravnímu módu. Typickým příkladem těchto dat jsou komplexní údaje Ředitelství silnic a dálnic ČR z celostátního sčítání dopravy, které poskytují informace o intenzitách dopravy podle druhu vozidla (osobní automobily, nákladní automobily, motocykly, autobusy) na dálniční a silniční síti v Česku s pětiletou periodicitou. Protože individuální automobilová doprava představuje nevýznamnější dopravní mód z hlediska podílu na dělbě přepravní práce¹⁶, jsou tyto údaje v rámci dopravně-geografických

¹⁶ Podle Ročenky dopravy ČR 2014 činil přepravní výkon individuální automobilové dopravy 66 260 mil. oskm (jedná se o odborný odhad zpracovatelů bez hlubšího vysvětlení). V případě veřejné dopravy (autobusová, železniční, letecká, vodní doprava včetně MHD) to bylo 43 854 mil. oskm. Z výše uvedeného vyplývá, že podíl individuální automobilové dopravy tvoří více než 60 % přepravních výkonů. V případě vyjmutí údajů za MHD je podíl individuální dopravy více než 70 %.

studii hojně využívány pro vymezení hlavních přepravních proudů. Absence směrového určení (zdroj a cíl cesty) je pak řešena s pomocí analytických metod, často například metodou dopravních předělů, kterou se zabýval již J. Hůrský (1978) a byla použita v dalších studiích (Chmelík, Marada 2014; Kraft a kol. 2014; dále diplomové práce Chmelík 2008; Bartošová 2008; Zelenka 2010). Metoda je však aplikovatelná pouze pro zjištění přepravního proudu mezi dvojicí sousedních středisek (zpravidla stejného regionálního řádu), mezi kterými je nutné nalézt tzv. sedlo dopravy (tj. sčítací úsek s nejnižším zatížením nacházející se v extravilánu), u něhož lze předpokládat nejnižší ovlivnění hodnot intenzity pravidelnými vztahy na kratší vzdálenosti (např. silnější kontakty u sčítacích stanovišť mezi centrem a jeho zázemím). Na druhou stranu je nutné uvést, že tato metoda nijak neeliminuje zachycení tranzitní dopravy vyššího řádu v úseku, což může být, především v případě některých středisek s výhodnou dopravní polohou, příčinou nadhodnocení reálných proudů směřujících do střediska a naopak. Souvisejícím problémem využití dat o intenzitě osobní silniční dopravy je jejich obtížná porovnatelnost, jelikož se tyto údaje vztahují k počtu automobilů (dopravních prostředků) nikoliv k počtu přemístěných osob. Je totiž velmi pravděpodobné, že se průměrná obsazenost automobilu bude lišit podle jednotlivých aspektů cesty, především jejího účelu (rodinný výlet vs. každodenní cesta do práce) a délky (předpoklad vyššího počtu osob na delší cesty)¹⁷. Obdobné informace o úsekovém zatížení jako u silniční dopravy (automobily, autobusy atd.) jsou dostupné rovněž v případě železničního módu, kde jsou správci infrastruktury¹⁸ v souvislosti s povinností řízení provozu, tvorbou jízdního řádu a platbou poplatků za použití železniční dopravní cesty známy počty vlaků. Zároveň jsou především v případě dopravních prostředků veřejné hromadné dopravy známy rovněž údaje o konkrétním počtu přepravených osob v daném úseku, popřípadě lince či spoji, získané prostřednictvím sčítání nástupu a výstupu cestujících, resp. obsazenosti vozidla, bez znalosti informací o struktuře obsazenosti ve smyslu rozdělení dle přepravních relací. Tyto informace jsou však zpravidla považovány za obchodní tajemství dopravce, a proto je jejich dostupnost omezená¹⁹. Závěrem je nutné shrnout, že výše diskutované údaje slouží především k hierarchizaci jednotlivých přepravních os a identifikaci v jejich vývojových změnách (viz Chmelík, Marada 2014) bez detailní informace o struktuře proudu (podílu jednotlivých relací, účelů cest apod.), jeho časové variabilitě, četnosti dle skupin cestujících atd.

Druhá skupina informací o dopravních interakcích, která zahrnuje určení počátku a cíle cesty ovšem bez znalosti použití trasy, je v podmínkách Česka v podstatě omezena na údaje o dojížděkových proudech, které jsou sledovány v rámci Sčítání lidu, domů

¹⁷ Průměrná obsazenost osobního automobilu se často v literatuře pohybuje mezi 1-2 osobami dle zaměření sčítání. Např. dle pravidelně realizovaného průzkumu mobility ve Švýcarsku se obsazenost automobilu pohybuje v intervalu 1,12 až 2,05 dle účelu cesty (viz Chmelík 2015).

¹⁸ V Česku se jedná o státní organizaci Správa železniční dopravní cesty (neplatí pro některé soukromé regionální dráhy, např. Jindřichohradecké místní dráhy, které jsou současně vlastníkem infrastruktury i dopravcem).

¹⁹ Pravidelné sčítání cestujících realizují např. České dráhy, a.s. Průzkum je zpravidla realizován minimálně čtyřikrát ročně vždy po dobu jednoho týdne. Výstupy jsou neveřejné. Po splnění určitých podmínek jsou ve vybraných případech dostupné pro projektanty a zpracovatele kvalifikačních prací.

a bytů²⁰. Využívání těchto údajů v sobě však skýtá řadu problémů, jenž je nutné zohlednit v interpretaci výstupů. Dojížděková data zahrnují „pouze“ pravidelné pohyby do zaměstnání a do škol, které sice představují hlavní formy prostorové mobility obyvatelstva, avšak především v rámci regionálních a mikroregionálních vztahů. V rámci vztahů středisek vyšších regionálních řádů tvoří významnou část také nepravidelné (nahodilé) vztahy, které nejsou v údajích o dojížděkových prouděch zachyceny. Jedná se především o cesty za službami (obchod, úřad, lékař apod.), pracovní cesty, cesty za rodinou či přáteli nebo cesty spojené s cestovním ruchem, které se vyznačují značnou sezónností apod. V této souvislosti z dostupných zahraničních průzkumů²¹ vyplývá, že podíl cest do zaměstnání a do škol tvoří jen cca 30 % z celkové mobility vyjádřené osobovými kilometry (v případě počtu cest je podíl na celku vyšší). Druhým nedostatkem je časové určení, které se objevuje v datových výstupech, kde je podle frekvence rozlišena dojížděka denní a celková nedenní (tj. cesta několikrát týdně i měsíčně). Z prezentovaných údajů je poté obtížné zjistit reálnou četnost cest respondentů a využít tyto výsledky např. v oblasti plánování nabídky veřejné dopravy. Významným problémem z pohledu potřeb výzkumu i praxe je rovněž absence kontinuální časové řady plynoucí z desetileté periody sledování a dalšího času potřebného pro zpracování výsledků. Zejména v období mezi cenzy je nutné s informacemi nakládat obezřetně vzhledem ke společenským a ekonomickým změnám s dopadem na každodenní mobilitu osob a časoprostorové vzorce dopravního chování, nabídku veřejné dopravy a dopravní infrastruktury či ke změnám na dopravním trhu v některých relacích. Po výsledcích cenzu 2011 se však jako zásadní proti výsledkům z roku 2001 jeví neúplnost výsledků, kdy objem celkové podchycené dojížděky činil přes 2,3 milionu v roce 2001, kdežto v roce 2011 to bylo jen cca 1,5 milionu. Tento neodůvodněný pokles způsobený především negativní kampaní proti potřebě sčítání s dopadem na neochotu obyvatel a nedostatečnou kontrolou Českého statistického úřadu (Hampl, Marada 2015) pak ovlivnil neporovnatelnost výsledků v absolutních hodnotách. Například ve všech hlavních radiálních relacích do Prahy z krajských měst došlo k poklesu celkové intenzity dojížděky, což se s ohledem na posilování významu Prahy zdá minimálně jako nepravděpodobné. Souvisejícím problémem s negativním dopadem především na výsledky nedenní dojížděky byla dílčí změna metodiky, kdy nově došlo k zavedení institutu obvyklého bydliště, které bylo preferováno před dosud uvažovaným bydlištěm trvalým. Z věcného hlediska je tato změna korektní, nicméně se jedná o další skutečnost, která znesnadňuje srovnání výsledků s cenzem 2001. Lze přitom předpokládat, že dotčena byla především data dojížděky na delší vzdálenosti, obvykle do mezoregionálních center (viz Chmelík 2015). Přestože nejsou tyto skutečnosti zanedbatelné, představují údaje o dojížděkových prouděch jediný komplexní zdroj o prostorových vzorcích dopravních vztahů v Česku. Při jejich použití včetně

²⁰ Databázi Sčítání lidu, domů a bytů (SLDB) pořizuje Český statistický úřad s desetiletou frekvencí, přičemž poslední dostupná data pocházejí z roku 2011 (data jsou vztažena k 26.3.2011).

²¹ Např. přepravní průzkum „Swiss Microcensus on Travel Behaviour“, v rámci kterého je v cca pětileté periodě sledováno dopravní chování obyvatel Švýcarska (např. Simma 2003). Obdobné informace poskytuje „National Travel Survey“ – každoroční průzkum o mobilitě osob ve Velké Británii. Přehled příkladů průzkumů dopravního chování je uveden např. v Marconi a kol. (2004).

sledování intercenzální dynamiky je nutné pracovat s relativizovanými údaji při přijetí předpokladu plošného charakteru neúplnosti dat v cenzu 2011 (Hampl, Marada 2015).

V oblasti dostupnosti směrových dat pravděpodobně nelze vzhledem k finanční a organizační náročnosti sčítání očekávat v blízké budoucnosti změny v podobě zkrácení periody, např. na pět let. Obecně zůstává problémem především zachycení zdrojů a cílů cest v rámci individuální automobilové dopravy, jehož realizace je v podmínkách celého státu v podstatě nerealizovatelná, není tomu tak ani v západní Evropě, kde se ve větší míře realizují průzkumy mobility obvykle na úrovni vzorků domácností. Realizace průzkumů je přitom zajišťována veřejnou správou, což zajišťuje kontinuální a garantované výsledky. Přestože by tato šetření byla zcela jistě přínosná pro rozhodující aktéry (Ministerstvo dopravy, kraje, dopravci) a výzkumníky na poli dopravy v Česku, nelze výsledky zajistit pokrytí veškerých specifických potřeb vzhledem ke snaze o univerzálnost průzkumu. Naopak v oblasti veřejné dopravy potenciál pro dostupnost kvalitních směrových dat o přepravě existuje, neboť jednotliví dopravci zpravidla disponují maticí zdroje a cíle cest na základě prodaných jízdních dokladů nebo elektronického odbavení cestujícího ve vozidle²². S ohledem na konkurenční prostředí a smluvní ustanovení mezi objednateli veřejné dopravy a dopravci jsou tyto údaje zpravidla neveřejné. Jejich dostupnost je však ve vybraných případech při splnění určitých podmínek možná (viz použití ve studii Chmelík a kol. 2010).

Za kombinaci dvou předchozích skupin informací o reálných dopravních vztazích lze označit údaje z jízdních řádů veřejné hromadné dopravy (např. Marada a kol. 2010; Seidenglanz 2010; Chmelík a kol. 2010), jejichž zveřejnění podléhá jednotlivým zákonům, které upravují problematiku veřejné dopravy²³, což teoreticky zaručuje komplexnost potřebné informace. Nespornou výhodou těchto údajů je kromě znalosti úsekové intenzity počtu spojů (tj. intenzity nabídky spojení mezi středisky), také možnost určení počátku a konce trasy spoje, resp. linky. Tyto údaje však kromě zřejmého nezahrnutí přepravních vztahů v oblasti individuální automobilové dopravy mají nedostatečnou vypovídací schopnost v řadě jiných ohledů. Za prvé, z údajů o nabídce spojení není zřejmá vytíženost jednotlivých spojů²⁴, natož nejvýznamnější zdroje a cíle cestujících na lince. S tím rovněž souvisí i problematika možné komparace dvou hlavních módů (autobus a vlak), která – vzhledem k rozdílným funkcím a z nich vyplývajících sedadlových kapacit vozidel – musí být vážena. V prostředí dopravně-geografických výzkumů v Česku je nejznámější použití dopravního agregátu v pracích M. Marady (Marada 2003, Marada a kol. 2010), ve kterých je prostřednictvím

²² Výjimku tvoří síťové jízdní doklady.

²³ Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě ve znění pozdějších předpisů a zákon č. 266/1994 Sb., o drahách ve znění pozdějších předpisů.

²⁴ Podle jediných volně dostupných údajů z Ročenky dopravy 2009 (k tomuto roku byly údaje o místových kilometrech zveřejněny naposledy) činí průměrné využití nabízené místové (sedadlové) kapacity v roce 2009 v případě železniční dopravy 21,9 %, linkové autobusové dopravy 66,6 % a MHD 36,6 %. Tato hodnota je však především v případě železniční dopravy obtížně použitelná pro komparaci vzhledem k rozdílné kapacitě u jednotlivých linek. Zároveň není v rámci módů nijak zohledněn rozdílný rozsah nabídky.

hodnocení počtu odjíždějících spojů stanoven význam středisek osídlení z hlediska veřejné dopravy. Definován je jednak agregát pro jednotlivé módy z hlediska jejich dopravní funkce (odjíždějícím dálkovým spojům ze střediska je přidělena váha 3 proti váze 1 u místních/regionálních spojů), jednak souhrnný agregát hromadné dopravy, kdy je hodnota za železnici vážena třemi proti autobusovému agregátu. V souladu s tvrzením autora je nutné brát tuto metodiku jako značně generalizující především v případě železniční dopravy, kde existuje značná variabilita mezi kapacitou vlaků osobní dopravy (od lokálních spojů s kapacitou 80 míst po příměstské vlaky v pražském metropolitním regionu s kapacitou přes 600 míst), ale i dálkových „rychlíkových“ spojů. Naopak u autobusových spojů je možné uvedený předpoklad přijmout, neboť dálkové autobusové spoje zpravidla nejsou dotovány z veřejných rozpočtů, a proto lze předpokládat, že jsou vedeny pouze spoje, u kterých existuje dostatečná poptávka cestujících, která pokryje náklady na provoz (tj. teoreticky může být trojnásobná). U autobusů regionálních/lokálních linek zahrnutých do dopravní obslužnosti krajů, popřípadě obcí je předpoklad nižšího využití nabízené kapacity. Celkově lze tedy uvedený postup pokládat za možný v případě většího souboru sledování, který neumožňuje monitorovat reálnou nabízenou kapacitu jednotlivých linek, jež se jeví pro vyšší vypovídací schopnost jako vhodnější. Druhý okruh možného zkresení reality při použití dat z jízdních řádů souvisí s trasováním jednotlivých spojů integrovaných do linek, které je ovlivněno řadou faktorů, jež nemusí vždy souviset s významem středisek a reálnou přepravní poptávkou. Častěji se tyto faktory objevují v případě železniční dopravy, např. vlivem plánování dopravní obsluhy v jednotlivých úrovních decizní sféry (stát, kraje, obce), vlivem technologických možností infrastruktury a nasazených vozidel, způsobem konstrukce jízdního řádu, limity efektivních oběhů vlakových souprav apod. Za třetí je v řadě případů posuzováno především přímé spojení středisek. Tento přístup je teoreticky stále možný v případě autobusové dopravy, kde není vytvářena integrální síť (až na výjimky v rámci integrovaných dopravních systémů, kde jsou autobusové návaznosti v uzlových stanicích konstruovány běžně). V případě železniční nabídky spojení je však tento přístup vycházející z dřívějších poměrů konstrukce jízdního řádu (tj. více přímých spojení s nízkou frekvencí během dne) vzhledem k současnému přístupu s řadou pravidelných systémových vazeb nevhodný. V této souvislosti je nutné upozornit, že právě v této oblasti mohou vznikat nekorektní interpretace, když je např. nezahrnuto časově výhodnější spojení s přestupem než spojení přímé. S tímto problémem také souvisí zahrnutí relevantní nabídky spojení ke sledovanému účelu tak, aby byla zahrnuta pro konkrétní úlohu pouze spojení, která jsou v souladu s předpokladem racionálního chování cestujících, tzn. použití nejrychlejšího a cenově nejvýhodnějšího trasování spojení (viz Chmelík a kol. 2010).

Předchozí diskuze se zaměřovala především na údaje o intenzitě dopravních vztahů mezi středisky osídlení. V rámci výzkumu byla věnována pozornost rovněž struktuře dopravní interakce (viz Chmelík 2015), tj. hodnocení možností identifikace podílu jednotlivých módů na celkové přepravní práci. V této oblasti jsme v podmínkách Česka primárně opět odkázáni na údaje sledované v rámci cenzu výsledků Sčítání lidu, domů a bytů (ČSÚ 2003, 2013), u kterých lze v případě dojížděky zjistit použitý dopravní prostředek. V tomto směru je nutné upozornit na metodické odchylky mezi roky 2001

a 2011. V posledním cenzu byl dopravní prostředek dojížděky zjišťován pro pracovní i školskou dojížděku, přičemž v roce 2001 jen pro dojížděku pracovní. Z hlediska výstupů je nejasné i zpracování údajů, kdy u jednoho respondenta může být vzhledem ke kombinaci více módů započteno použitých dopravních prostředků více. Z hlediska vztahů mezi středisky vyšších regionálních řádů se však jako největší problém jeví skutečnost, že Český statistický úřad ve výstupech publikuje použitý dopravní prostředek pouze ve vazbě na denní frekvenci dojížděky. Reálně se však v datových výstupech objevují hodnoty dojížděky dle dopravního prostředku i v případě středisek se vzdáleností, která není pro denní frekvenci téměř možná (např. Ostrava – Praha, Brno – Praha atd.). Při přijmutí předpokladu, že respondenti vyplňují tuto otázku plošně i v případě nedenní frekvence dojížděky, lze tato data použít, alespoň pro orientační výchozí zjištění podílu jednotlivých módů, např. pro kalibraci modelu (viz Chmelík 2015). Jiné dostupné údaje v Česku pak obvykle vycházejí z dílčích průzkumů na nižších regionálních rádech, například v modelových mikroregionech (Kraft 2014) nebo v městských aglomeracích (přehled viz Brůhová-Foltýnová a kol. 2008). Stejně tak jako v případě výše uvedených mobilitních průzkumů v zahraničí jsou i v těchto případech využívány záznamy v cestovních denících nebo novější způsoby lokalizace pomocí přístroje GPS (Nyblom 2014; Kraft, Květoň 2015).

Výše uvedené metody průzkumů mají nevýhodu v aktivním zapojení jedince do průzkumu, resp. v případě GPS vybavení potřebným zařízením. V této souvislosti se v posledních letech významně diskutují inovativní přístupy v této oblasti, jejichž cílem je využití lokalizačních dat mobilních telefonů (Novák, Temelová 2012; Novák, Novobilský 2013; Novák a kol. 2013). Tyto údaje pak mohou být využitelné pro sledování časoprostorového chování obyvatel, tedy i pro sledování reálných dopravních interakcí. Zároveň lze dle dostupných informací údaje o pohybu jednotlivých mobilních zařízení teoreticky přidělit na síť, provázat s jízdními řády a velikostí přepravní jednotky (např. koncentrace více čísel pohybujících se stejnou rychlostí na dálnici lze považovat za autobus, na železnici za vlak). Tímto způsobem pak mohou být získány cenné údaje především o intenzitě propojení středisek včetně podílů jednotlivých módů při předpokladu homogenního chování uživatelů všech mobilních operátorů. Zpravidla jsou totiž data získána pouze od jednoho z operátorů. Problémem těchto dat jsou vzhledem k technické náročnosti jejich pořizování a komerčnímu vlastnictví finanční náklady.

Výše uvedené postupy hodnocení interakcí na základě primárních dat či údajů získaných z přepravních průzkumů lze označit za přímé metody (Štěrba 2007; Halás, Klapka 2010). Vzhledem k výše zmiňovaným problémům s dostupností, organizační a finanční náročností pořizování dat především v oblasti většího rozsahu vztahů na vyšších regionálních rádech jsou tyto postupy často obtížně realizovatelné. Proto je poté přistoupeno k využití nepřímých metod, tj. k aplikaci rozsáhlého aparátu modelů prostorových interakcí, popřípadě modelů specifických pro oblasti identifikace přepravní poptávky. Základní modely, které byly použity v případových studiích, budou představeny prostřednictvím kritické analýzy v následujících kapitolách.

5.2. Modelování intenzity prostorové interakce

Jedním z nejznámějších nástrojů pro potřeby modelování intenzity prostorových interakcí je gravitační model (a modely z něj odvozené), který je charakteristický právě svou aplikací při studiu dopravních vazeb, ale také např. migračních nebo finančních toků. Vychází podobně jako další prostorové interakční modely (především model potenciálu obyvatelstva, Reillyho a Huffův model – více např. Potrykowski, Taylor 1982; Rodrigue a kol. 2006; Řehák 2004a, 2004b; Halás, Klapka 2010) z fyzikální podstaty Newtonova gravitačního zákona, který tvrdí, že se dvě hmotná tělesa přitahují silou, která je přímo úměrná součinu jejich hmot a nepřímo úměrná druhé mocnině jejich vzdálenosti. V případě prostorových interakcí analogicky platí, že se s rostoucí velikostí sídel a poklesem vzdálenosti mezi nimi síla interakce zvyšuje. Přiblížení gravitačního zákona k podmínkám dopravní sítě popisuje v české literatuře Řehák (1997), který říká, že mezi dvěma místy bude větší dopravní proud, pokud jsou tato místa blíže k sobě, a zároveň bude vyšší proud také mezi místy významnějšími, za předpokladu lidské přirozenosti vyhledávat nejkratší spojení. Tento vztah jednoduše a výstižně popisují také Pavlík a Kühnl (1982, s. 224), když tvrdí, že „čím jsou dvě města více vzdálená, tím bude víc překážek intenzity jejich vztahů“. Aplikace gravitačního modelu k simulaci dopravních vazeb se tedy, jak uvádí Řehák a kol. (1990, s. 14), opírá „o těsné souvislosti mezi prostorovým rozložením nejdůležitějších koncentrací obyvatelstva na určitém území a konkrétními dopravními možnostmi daného spojení (konfigurací dopravní sítě) na straně jedné a přepravními vazbami vzniklými jako důsledek konkrétní konstelace středisek a konkrétní konfigurace dopravní sítě na straně druhé“. Předpokladem pro modelování je tedy tvrzení, že určité prostorové rozmístění středisek a určitá konfigurace dopravních sítí spolu objektivně determinují základní rysy prostorových interakcí v daném území (Řehák 1992). Základní vzorec gravitačního modelu je uveden v rámečku č. 5.

Výraznou předností a jedním z hlavních faktorů využívání gravitačního modelu (zejména pro dopravní studie) je podle Řeháka (1997) skutečnost, že se celé sledované území chová integrálně, a proto je možno rozpoznat změny prostorových interakcí po nastavení změn v dopravní síti (např. výstavba nové dálnice, železniční trati). Dále je možné simulovat řadu situací, např. možnost komparace reálné situace s modelovými interakcemi, pro predikci stavů budoucích či k simulaci dopadů změn nabídky spojení veřejné dopravy apod. I přes všechny zmiňované výhody skýtá gravitační model řadu problémů, které mohou ovlivnit konečný výsledek. Zejména je nutné brát v potaz fakt, že model představuje situaci silně zjednodušenou, jelikož nedokáže zachytit všechny skutečnosti, zejména společenskou realitu – např. opomíjení sociálních, politických, behaviorálních charakteristik. Významným faktorem, který ovlivňuje celkový výsledek, je samotný výběr středisek (včetně podobné hierarchické úrovně) a definice velikostně-významových ukazatelů (masy) reprezentující sledovaná střediska (nódy) a způsob vyjádření vzdálenosti.

Ve většině případů je masou střediska posuzovaného gravitačním modelem jeho populační velikost, a to zejména pro jednoduchou dostupnost vstupních dat. Avšak, jak uvádí Řehák (1997), možné je použít jakýkoliv ukazatel reprezentující velikost či

význam. Výběr vhodného ukazatele se vždy odvíjí od zkoumané problematiky. Nejčastějším ukazatelem je však prostý počet obyvatel, který je často diskutován a také modifikován. Například Pavlík a Kühnl (1982) uvádějí, zda by nebylo vhodnější vynásobit počet obyvatel jejich průměrným příjmem, jelikož je pravděpodobnější, že movitější lidé cestují více. Podobnou otázkou je, zda není vhodnější použít pouze počet ekonomicky aktivních obyvatel, protože děti a starší lidé tolik nepřispívají k vzájemné interakci mezi místy. Problémem vhodného ukazatele masy se dříve zabýval např. W. Isard, který poukazoval na podstatné rozdíly mezi regiony, čímž dospěl k nutnosti přiřazení vah jednotlivým regionům. V rámci USA přiřadil váhu 0,8 jihu území, 2,0 pro západ a váhu 1,0 ostatním regionům Spojených států (Isard 1960, cit. v Haggett 2001). Důležitým předpokladem pro konstrukci základního gravitačního modelu souvisejícím s masou jednotlivých nódů je také přijetí teze, že každý obyvatel je potenciálně účasten všeobecné mobility, a že největší koncentrace obyvatel jsou v sledovaném území také největšími zdroji a cíli cest v osobní dopravě (Řehák 1992). S tímto tvrzením souvisí také teoretické problémy týkající se asymetrie sledovaného procesu, tzv. emitivity a atraktivity středisek (viz kapitola 4.2). V některých případech však bývá emitivita s atraktivitou při aplikaci gravitačního modelu zanedbávána, resp. se počítá s předpokladem, „že emitivita a atraktivita každého ze zkoumaných vrcholů s masou jsou přímo úměrné počtu obyvatel (mase)“ (Řehák 2004b, s. 272). Podobně je tomu v případě problematiky rozdílné vztahové otevřenosti sledovaných středisek (blíže Hampl a kol. 1987, blíže viz kap. 4.2). Vzdálenost může být v gravitačním modelu uváděna v různých modifikacích. V minulosti byla používána vzdálenost mezi dvěma středisky/nódy měřená „vzdušnou čarou“ (geometricky po přímce). V tomto případě nejsou respektována žádná stávající spojení (silnice, železnice) ani fyzicko-geografické překážky (řeky, pohoří atd.) nebo měření kilometrické vzdálenosti po stávající (či minulé a budoucí) dopravní cestě. V současné době je díky technologickým možnostem vycházejícím z internetových vyhledávačů spojení, plánovačů cest a novým nástrojům integrovaným do GIS zpravidla používána vzdálenost časová. Vzdálenost však nemusí být měřena pouze „tradičně“. Objevují se studie, ve kterých je sledována vzdálenost mezi dvěma místy na základě počtu spojení veřejné dopravy či dopravních nákladů či rozdílů v časové vzdálenosti středisek během dne (podle intenzity dopravy – ve špičce, mimo špičku). I v těchto případech však obvykle platí nepřímá úměra, tj. snižování interakce s růstem vzdálenosti. V některých specificky zaměřených studiích se objevuje také vzdálenost psychologická či politická (Isard 1998).

RÁMEČEK Č. 5: GRAVITAČNÍ MODEL A JEHO ZDOKONALOVÁNÍ

Gravitační model užívaný v geografii popisuje celá řada autorů (např. Pavlík, Kühnl 1982; Řehák a kol. 1990; Řehák 1992; Haggett 2001; Black 2003; Halás 2005; Rodrigue a kol. 2006; Kraft, Blažek 2012). Vychází pro každou dvojici středisek z obecného vztahu:

$$X_{ij} = g \cdot \frac{M_i \cdot M_j}{D_{ij}^b},$$

kde X_{ij} je síla vzájemného vztahu středisek i a j , čili interakce nebo přepravní vazba mezi středisky uváděná v bezrozměrném vyjádření; M_i a M_j jsou tzv. masy či hmoty středisek; D_{ij} je vzdálenost těchto středisek a b je parametr (exponent) určující odpor vzdálenosti typický pro danou úlohu (v případě klasického gravitačního modelu se $b = 2$). V některých studiích zabývajících se gravitačním modelem je vztah dále rozšířen o gravitační konstantu g , která určuje sílu gravitace.

V souvislosti s rozšiřováním aplikace jednoduchého gravitačního modelu v období kvantitativní revoluce v geografii se začaly objevovat různé modifikace modelu (viz Hlavička 1993; Haggett 2001; Bezák 2008). Ke klasickému neomezenému (angl. unconstrained) se připojily modely omezené ve zdroji (angl. production-constrained), v cíli (angl. attraction-constrained) a oboustranně omezené modely (angl. double-constrained). Principem přitom je použití reálných omezení (matematických podmínek) ve sledovaném území, které souvisí s asymetrií interakčního procesu, resp. pravděpodobností směřování přepravních proudů.

Se zdokonalováním gravitačního modelu je výrazně spjat britský geograf A. G. Wilson, který zavedl do interakčního modelování nové techniky založené na principu maximalizace entropie (Haggett 2001), čímž zdůvodnil oprávněnost používání gravitačních modelů více než prostou analogii s Newtonovými zákony (Hlavička 1993). Princip maximalizace entropie vychází z pokročilé teorie pravděpodobnosti, přičemž k jeho praktické aplikaci přispěl rozvoj informačních technologií, které umožnily kalkulovat se složitými kombinacemi výpočtů (Haggett 2001). V rámci české a slovenské literatury se této problematice věnoval především J. Paulov (např. Paulov 1995, 2004; Paulov, Poláčik 1979; dále Hlavička 1993; Halás, Kraft 2016), který mimo jiné uvádí tři nejrozšířenější specifikace gravitačního modelu související s maximalizací entropie (Alonsův interakční model, Toblerův alternativní interakční model a Fotheringhamův model konkurujících si oblastí – viz Paulov 1995).

Alternativou k využívání gravitačních modelů v geografických výzkumech může být považována nová generace modelování založená na tzv. agentech (angl. agent based modelling), jež vychází z opačného principu, tj. postupu „odspoda nahoru“. Přístup je založen na pochopení dynamického procesu rozhodování jednotlivých agentů, kteří představují autonomní entity s relativně jednoduchým chováním, reprezentující reálné jednotky sledovaného systému v definovaném kontextu prostředí. Multiagentní modelování pak umožňuje zjistit vztahy a prostorové závislosti mezi lidmi a místy s cílem zajištění kolektivních výsledků (Johnston 2010).

Zdroj: upraveno podle Hlavička 1993; Paulov 1995; Haggett 2001; Rodrigue a kol. 2006.

Nejen v gravitačním modelu, ale také v dalších simulacích, které využívají vzdálenost jako proměnnou, je nutné uvažovat s tezí, že interakce mezi dvěma body klesá v závislosti na jejich vzdálenosti. Lze říci, že „vzdálenost je vlastně rezistencí prostředí vůči pohybu v prostoru, výrazem netotožnosti lokalizace dvou míst“ (Řehák 2004b, s. 71). Z tohoto důvodu je v gravitačním modelu umístěn koeficient b (často nazývaný jako parametr vlivu vzdálenosti – distance-decay parametr), který se liší v závislosti na sledovaném jevu. Z toho důvodu jsou používány různé impedanční funkce (též funkce

vzdálenosti), které definují nelineární, popř. nekvadratický, vliv vzdálenosti na intenzitu interakcí mezi dvěma body. Funkce vzdálenosti vychází z konceptu distance-decay a jeho různých transformací založených na empirických studiích (např. Halás a kol. 2014). Obecně se parametr vzdálenosti v dopravně-geografických výzkumech pohybuje okolo hodnoty 2,0 (např. Řehák 2004b), což potvrzuje hypotézu o kvadratické závislosti jevů (Hägerstrand 1957, cit. v Haggett 1965)²⁵. Právě na nalezení vhodného tvaru parametru impedanční funkce (a případně dalších parametrů) je nejčastěji založena vlastní kalibrace gravitačního modelu, tzn. nalezení modelu, který nejlépe vystihuje reálnou situaci (tj. co možná nejvyšší soulad mezi reálnými a modelovými interakcemi včetně navazující problematiky interpretace variability reziduí) a umožňuje predikci. Nejčastěji se pro kalibraci využívá metoda nejmenších čtverců a především metoda maximální věrohodnosti (Paulov, Poláček 1979; Hlavička 1993), nověji např. modifikovaná metoda vážených nejmenších čtverců a geograficky vážené regrese (Bezák 2008).

Přestože je v mnoha ohledech gravitační model kritizován za obsahovou redukcí interakcí způsobenou determinovaností vlivu vzdálenosti jako hlavního diferenciačního faktoru bez přihlídnutí k reálným společenským procesům a jiným než racionálním motivům chování jedinců, je stále jedním ze základních nástrojů pro teoretický odhad přepravních vztahů ve sledovaném území a jeho predikci při neznalosti aktuálních reálných údajů. O tom svědčí také množství příspěvků na toto téma v renomovaných dopravně-geografických (*Journal of Transport Geography*), popřípadě dalších dopravních časopisech (zejména *Transport Research part B – Methodological*, *Transportation*, *Transport Review* atd.), ať už z hlediska metodologického či aplikačního (viz bod 2 v kapitole 3). Obnovení zájmu o téma modelování prostorových interakcí je patrné i v Česku především v pracích geografů vedených M. Halásem (Halás 2005; Halás, Klapka 2010; Halás a kol. 2014; Halás 2014; Halás, Kraft 2016).

V rámci předkládaných autorských článků byl gravitační model využit především pro stanovené teoretické interakce mezi středisky osídlení (Chmelík a kol. 2010) a rovněž pro predikci změny distribuce dopravních vztahů vlivem změny dopravní sítě (Chmelík, Marada 2014; obdobný přístup využívají např. Halás, Kraft 2016). Obecně však bylo na základě výsledků potvrzeno, že i aplikace základního gravitačního modelu může vést k poměrně zajímavým a hodnotným výsledkům, zvláště při přihlídnutí k tomu, že by po další úpravě modelových vstupů mohly být srovnatelné s oficiálními modely (viz srovnání s oficiální prognózou Ředitelství silnic a dálnic – Chmelík, Marada 2014), na základě kterých se reálně o projektech dopravní infrastruktury rozhoduje. Tato skutečnost je klíčová v situaci, kdy složitost oficiálních modelů prakticky neumožňuje intuitivní kontrolu výstupních údajů. S ohledem na situaci v oblasti potřebných směrových a relačních dat o přepravě především na vyšší řádovostní úrovni

²⁵ Například v migračních úlohách se hodnoty parametru vzdálenosti pohybují v intervalu 0,4 až 3,3, přičemž střední hodnota všech sledovaných případů byla 1,94 (Hägerstrand 1957, cit. v Haggett 1965). Hodnoty v intervalu od 1,51 do 2,50 uvádí v souvislosti s Reillyho modelem Halás a Klapka (2010). Halás a kol. (2014) uvádí ve své studii univerzální parametr $b = 1,57$ jako vážený průměr všech parametrů pracovní dojížděky do vymezených center v Česku.

pravděpodobně bude aplikace obdobných modelů a analytických přístupů dále aktuální. Vzhledem ke generalizujícímu vnímání reality je nezbytnou nutností citlivá interpretace výsledků a jejich kritické hodnocení.

5.3. Modelování struktury dopravní interakce

V případě nedostupnosti reálných dat se k posouzení podílu jednotlivých druhů dopravy (angl. modal splitu) ve sledované relaci využívají teoretické modely vycházející z agregátu individuálních vzorců dopravního chování (v případě reprezentativního vzorku) a předpokládaných reakcí systému na jejich změny. Tento proces představuje skupina tzv. diskrétních voleb, které jedinec učiní před cestou a v jejím průběhu. Konkrétně diskrétní volba zahrnuje výběr mezi dvěma (popřípadě více) nespojitými alternativami, v případě studované problematiky se jedná o výběr mezi dopravními prostředky (Brůhová-Foltýnová a kol. 2008).

Mezi nejčastěji používané metody v modelování modal splitu se řadí logitový a probitový model (angl. logit, resp. probit model), v případě možnosti volby z více než dvou alternativ jejich multinomiální/vícenásobné tvary (Pas 1995; Pipkin 1995; Ortúzar, Willumsen 2001). V oblasti dopravy se často pro základní modelování hlavních druhů dopravy využívá hierarchický tzv. zahnížděný logitový model (angl. nested logit model), který předpokládá „vnořenou“ strukturu rozhodovacího procesu. To znamená, že nejprve je výběr omezen na vztah individuální a veřejné dopravy (tzv. bimodální rozdělení) a v druhém kroku jsou posuzovány hlavní módy veřejné hromadné dopravy (vlak, autobus). Princip modelování vychází z předpokladů teorie racionální volby, kdy se cestující rozhoduje mezi minimálně dvěma variantami na základě svých zdrojů (příjem) a omezení (především čas a dopravní náklady) a v rozhodnutích sleduje určité rozhodovací pravidlo (Brůhová-Foltýnová a kol. 2008). Podstatnou metodickou otázkou související s aplikací výše uvedených modelů je konstrukce zohledněných nákladů cesty, které jsou pro porovnání alternativ nezbytné, neboť jejich hodnota ovlivňuje pravděpodobnost využití jednotlivých módů (blíže viz Chmelík 2015). V zásadě se v případě individuální automobilové dopravy jedná o veškeré finanční náklady vynaložené na cestu (tj. cena a průměrná spotřeba pohonných hmot, fixní náklad na provoz vozidla – údržba, pojištění, dálniční známka apod.), u veřejné dopravy o cenu jízdného. K tomu se v rámci všech hodnocených módů uvažuje se zahrnutím času stráveného na cestě z bodu A do bodu B včetně docházky k autu, hledání místa k zaparkování či cestě na zastávku veřejné dopravy. Uvedená cestovní doba je následně převedena do finančního vyjádření. V konstrukci zohledněných nákladů cesty je zároveň často uváděna konstanta vyjadřující nezachycené (obtěžně kvantifikovatelné) kvalitativní aspekty (pohodlí, pocit z cesty, využití času při cestě apod.), které výrazně ovlivňují rozhodnutí o volbě dopravního prostředku především ve vztahu individuální vs. hromadná doprava (Riley a kol. 2009). Dalším faktorem, který vstupuje do modelu, je parametr citlivosti na změnu zohledněných nákladů cesty, který bývá získán kalibrací (nejčastěji metodou maximální věrohodnosti) reálných údajů získaných anketárním šetřením či použitím agregovaných údajů o dělbě přepravní práce ve sledované relaci. Výše uvedený postup, který se zpravidla využívá v klasickém čtyřstupňovém dopravním modelu (např. Pas 1995; Ortúzar, Willumsen 2001), samozřejmě zahrnuje

pouze jednu z možností (avšak nejznámější) modelování volby dopravního prostředku a potažmo modal splitu. Kritici modelů založených na teorii racionální volby přitom upozorňují zejména na zanedbání emocionální a symbolické složky dopravního chování (viz paradigma nové mobility), která často nevychází z ekonomických faktorů (Brůhová-Foltýnová a kol. 2008). Konkrétní tvar diskutovaného logitového modelu a jeho postavení v tradičním čtyřstupňovém modelu je uveden v rámečku č. 6.

RÁMEČEK Č. 6: LOGITOVÝ MODEL A JEHO ÚLOHA V KLASICKÉM DOPRAVNÍM MODELU

Základní tvar logitového modelu, který se používá, mimo jiné pro zjištění volby dopravního prostředku, vychází ze vztahu:

$$P_{ni} = \frac{e^{\mu V_{ni}}}{\sum_{nj \in J} e^{\mu V_{nj}}}$$

kde P_{ni} je pravděpodobnost výběru posuzovaného dopravního prostředku pro danou cestu z bodu A do bodu B; V_{ni} představují zobecněné náklady cesty z bodu A do bodu B; μ je parametr citlivosti vyjadřující elasticitu míry změny dopravního prostředku na základě změny zobecněných nákladů mezi alternativními druhy dopravy a J soubor všech alternativních druhů dopravy ve sledované relaci A – B.

Logitový model obvykle zajišťuje třetí krok tzv. čtyřstupňového dopravního modelu, který je v některých případech nazývaný jako klasický dopravní model (Ortúzar, Willumsen 2001). V třetím kroku dochází právě k rozdělení cest na jednotlivé druhy dopravy (angl. mode choice), čemuž předchází první krok v podobě odhadu intenzity přepravního proudu (angl. trip generation) a druhý krok (angl. trip distribution), který zahrnuje přidělení přepravních vztahů k jednotlivým územním jednotkám vymezeným pro potřeby modelu, čímž dochází k vytvoření teoretické matice zdroj-cíl. Pro stanovení cílů cest jsou mimo jiné využívány metody vycházející z gravitačního modelu. Konečně ve čtvrtém kroku (často souběžně se třetím krokem) jsou přidělovány jednotlivé přepravní vztahy na existující dopravní síť (angl. trip assignment) nejčastěji prostřednictvím pravděpodobnostních modelů založených na simulaci podle zobecněných nákladů cesty a determinovaných kapacitou infrastruktury. Výše uvedený teoretický postup je integrován do dopravně-plánovacích softwarových prostředků, které integrovaně umožňují provést veškeré kroky včetně propojení s geografickými informačními systémy a programy pro tvorbu jízdních řádů. Jistou nevýhodou je skutečnost, že systém pracuje s univerzálními generalizujícími algoritmy, a proto je nezbytná citlivá interpretace výsledků.

Zdroj: upraveno podle Pas 1995; Ortúzar, Willumsen 2001; Riley a kol. 2009.

Logitový model byl aplikován v příloženém příspěvku Chmelík (2015), přičemž přinesl poměrně zajímavé výsledky v oblasti podílů hlavních dopravních módů ve sledovaných radiálních relacích do Prahy a Brna. Zároveň studií došlo k ověření možnosti použití metodického aparátu spočívajícího zejména v konstrukci „univerzálních“ zobecněných nákladů cesty. Obecně přitom došlo k potvrzení očekávaných předpokladů. Problémem však zůstává validace těchto výsledků, které striktně vycházejí z nastavení nákladů cesty, které zdaleka nejsou schopny postihnout všechny relevantní faktory ovlivňující rozhodnutí aktéra přepravního procesu v jeho dopravním chování. Zároveň je v tomto procesu z důvodu nemožnosti objektivizace nutné některé ukazatele konstruovat s uplatněním subjektivních předpokladů.

6. Možnosti zapojení geografie do dopravně-plánovací praxe

V předchozí kapitole byly popsány hlavní možnosti hodnocení intenzity a struktury dopravních interakcí z hlediska geografie dopravy. Související otázkou je relevance těchto přístupů v oblasti dopravně-plánovací praxe a přínos geografů při jejich aplikaci. Cílem je identifikovat, zda vůbec existuje reálná poptávka po aplikaci uvedených metod a jejich interpretaci v širších, především prostorových souvislostech, které jsou pro geografii typické, resp. mělo by tomu tak být. V tomto směru je nezbytné uvést, že níže uvedené informace jsou ovlivněny subjektivními názory předkladatele této práce, které jsou založeny na znalosti prostředí získané profesním působením v dopravní praxi. Na druhou stranu, v českém prostředí nebyla ve větší míře diskuse o zapojení geografů či jejich přínosu a postavení v dopravní praxi téměř vůbec zahájena. Proto je zařazení subjektivního názoru nutností. Důvody absence diskuze o aplikaci výzkumných poznatků v praxi vycházejí z řady okolností. Jedním z nich je skutečnost, že nedochází k významné spolupráci mezi jednotlivými vědeckými obory, které se zabývají problematikou dopravy. Jednou z výjimek je pravidelné interdisciplinární setkání ekonomů, dopravních geografů, dopravních inženýrů, zástupců dopravců a veřejné správy v rámci tzv. Telčské skupiny. Impuls pro vznik této interdisciplinární platformy pro výměnu poznatků však vycházel od ekonomů, zabývajících se dopravní problematikou, nikoliv od akademických pracovníků z dopravně-inženýrských fakult, které v Česku generují většinu absolventů s dopravním vzděláním. Absence vyššího propojení poznatků akademických výzkumů a praxe může být rovněž způsobena skutečností, že v Česku neexistuje pravidelné interdisciplinární dopravní periodikum, které by umožňovalo výměnu názorů jednotlivých odborných skupin. V minulosti tuto funkci do jisté míry vykonával dvouměsíčník Ekonomicko-technická revue Doprava vydávaný Ministerstvem dopravy, resp. Centrem dopravního výzkumu, který byl v době úsporných opatření resortu bez adekvátní náhrady zrušen. Souvisejícím problémem je skutečnost, že pracovníci z praxe zpravidla nemají s ohledem na cenovou politiku dostupné databáze zahraničních časopisů (pokud by o ně měli zájem), ve kterých jsou prezentovány hlavní výsledky oboru, a proto zde vzniká určitá informační asymetrie, především ve vazbě od praxe k výzkumu. Tuto skutečnost umocňuje i fakt, že domácí autoři upřednostňují zahraniční periodika, popř. domácí periodika s články v anglickém jazyce, s ohledem na kritéria hodnocení výsledků vědy a výzkumu.

Samotné zapojení geografie dopravy do praktických otázek není ze subjektivního pohledu autora významné. Interdisciplinární úlohy, u kterých by bylo možné očekávat participaci geografů, jsou často řešeny dopravními inženýry. V Česku je přitom jejich zapojení ještě vyšší než v případě zemí západní Evropy, neboť v období před rokem 1989 bylo studium dopravy spojeno především s technickými obory. Částečně však tomuto stavu napomáhá skutečnost, že dopravní geografové nemají jen vlastní metodologický aparát, ale především stále hojně využívají přístupy z ostatních vědních disciplín bez toho, aby se snažili řešit nové výzvy společně s dalšími geografy (Hanson 2006). Na druhou stranu existuje stále řada praktických úloh, kde se může geografie dopravy uplatnit za pomoci relativně jednoduchých technik a postupů umocněných pochopením procesů v sídelním/regionálním systému. Generalizovaný pohled na tyto

úlohy související s hodnocením dopravních interakcí je uveden v následujících odstavcích. Jedná se přitom o selektivní výběr hlavních oblastí založený na subjektivním přístupu, který představuje zobecnění poznatků z předchozích kapitol a předkládaných publikovaných studií.

Jednou z hlavních oblastí možnosti zapojení geografie dopravy do praxe je v Česku problematika **plánování rozvoje dopravní infrastruktury**. V tomto směru v posledních letech, mimo jiné i v souvislosti se spolufinancováním staveb dopravní infrastruktury z prostředků Evropské unie, narůstají požadavky na efektivitu a celospolečenskou prospěšnost jednotlivých opatření, jejíž evaluace je založena na detailních analytických výstupech a prognózách. Jednotlivé projekty v Česku vznikají obvykle u etablovaných projekčních kanceláří s typickou převahou zapojení dopravních inženýrů, kteří kromě oborově relevantních témat řeší také problematiku analýzy a prognózy přepravních vztahů v území s ohledem na budoucí poptávku, tj. témat, u kterých je potenciál vyšší míry zapojení dopravních geografů. Právě ukazatele dopravních interakcí pak představují hlavní vstupy do koncepčně-plánovacích studií, na základě kterých se následně zvolí jedno či více variant řešení, jež podléhá schvalování s ohledem na výsledky studie proveditelnosti, analýzy nákladů a přínosů atd. Pro zpracování těchto analýz je často nezbytné znát širší vztahy dotčeného území, od demografického vývoje, přes hlavní socioekonomické indikátory po odhad změn sídelní struktury ve vazbě na mobilitu obyvatel. I přes reálnou složitost v této oblasti, relativní nedostatek poznávacích nástrojů a především informací, lze pro základní hodnocení využívat metodologický aparát uvedený v předchozích kapitolách. Současné studie jsou totiž významně spjaty se softwarovými nástroji, jejichž výsledky jsou přímo závislé na kvalitě vstupních údajů. Příklad porovnání oficiální prognózy a výsledků vlastního modelu přináší jeden z předkládaných příspěvků (Chmelík, Marada 2014).

Druhou významnou oblastí je problematika **plánování nabídky spojení**, jehož primárním cílem by mělo být efektivně uspokojit poptávku obyvatel po přepravě. Z toho důvodu je pro tento účel potřebná její identifikace a prognóza, optimálně ve vazbě na jednotlivé dopravní módy a segmenty dle účelů cest (dojížděka za prací, do školy, volnočasové cesty atd.). Řešení zjednodušeně vychází z analýzy hlavních přepravních vztahů a jejich agregaci do logických svazků, tj. linek, při zohlednění požadavků na kapacitu a frekvenci přepravy v kontextu časové konkurenceschopnosti nabídky vůči ostatním módům. Z tohoto pohledu by byla jistě přínosná i samotná evaluace stávajících dopravních řešení, které se v případech některých regionů udržují historicky, přičemž efektivnější by mohla být jejich komplexní změna odrážející nové potřeby. Určitý prostor pro tyto kroky nabízí institut dopravního plánování v aktuálním legislativním rámci, avšak v plánovacích dokumentech jednotlivých objednatelů veřejné dopravy se jakákoliv hodnocení úspěšnosti nabídky veřejných služeb v přepravě cestujících objevují spíše okrajově. Tématu hodnocení dopravních možností obyvatel na základě nabídky spojení veřejné dopravy, dalším ukazatelů ovlivňujících výslednou intenzitu a strukturu interakce a návrhům pro dopravně-plánovací praxi se věnovala větší část předkládaných článků (Chmelík a kol. 2010; Květoň, Chmelík a kol. 2012; Chmelík 2015).

S veřejnou dopravou bezpochyby souvisí řada jiných témat, u kterých je možné identifikovat potenciál pro zapojení dopravně-geografické analýzy. Jednou z oblastí je problematika stanovení ceny přepravy, jakožto jeden z determinujících faktorů dopravního chování a dělby přepravní práce. Především v exponovaných částech přepravního trhu jsou zpravidla nabízeny ceny, které vycházejí z potenciálu poptávky v relaci, konkurenceschopnosti dotčeného módu a vycházejí z předpokladu generování nových, popř. redistribuce cestujících z jiných dopravních módů. Navazující problematikou je geografické vymezení tzv. relevantního trhu, který slouží jako rámec k posuzování chování jednotlivých dopravců v rámci hospodářské soutěže. Poptávka po geografickém vymezení daného přepravního trhu je poměrně aktuální s ohledem na situaci na železničním trhu v Česku (více viz Chmelík 2015).

7. Závěry

Předkládaná disertační práce se zabývá problematikou přístupů ke studiu prostorových interakcí, konkrétně hodnocením intenzity a struktury dopravních vztahů středisek v systému osídlení. Přestože prvotní výzkumy tohoto zaměření vycházejí již z období tzv. kvantitativní revoluce v geografii, je tato problematika stále aktuální, především s ohledem na aplikace v řešení praktických úloh dopravního plánování a rozhodovacích praktik v decizní sféře (viz i kapitola 6). Jedním z hlavních motivů této práce byla skutečnost, že v Česku neexistuje publikace, která by odborné veřejnosti nabízela komplexní pohled na tuto problematiku jednak v oblasti teoreticko-metodologického zarámování, jednak v případě ukázky řešení praktických úloh poptávaných v dopravně-plánovací praxi. Vytvoření komplexního přehledu řešení problematiky je poměrně ambiciózní cíl, který převyšuje i obvyklý rozsah disertačních prací, a proto je předkládanou studií nutné považovat za parciální, avšak obsáhlý příspěvek k systematickému studiu dopravních vztahů především v oblasti ověření metodických přístupů v prostředí Česka. Označení práce za parciální vychází ze skutečnosti, že některé části problematiky byly představeny v generalizované podobě, popř. byl pro řešení dané úlohy využit pouze jeden, avšak zpravidla nejpoužívanější, metodický postup. Reálná složitost jednotlivých determinujících faktorů interakcí a jejich zahrnutí do metodologického aparátu pro potřeby empirických analýz je v předkládané práci zároveň částečně obsahově redukována na základě subjektivních předpokladů a zkušeností autora. To však lze s ohledem na charakter práce a v některých případech omezené poznávací prostředky považovat za legitimní.

Výzkum lze charakterizovat ve dvou hlavních rovinách v souladu s obecným cílem práce stanoveným v úvodu. V teoretické rovině se jedná především o ucelený příspěvek do problematiky prostorových interakcí v geografii dopravy, včetně diskuze podmiňujících faktorů interakcí. V metodologické rovině je přínosem široká diskuze možných postupů aplikovaná na konkrétních případových studiích (zvláště Chmelík a kol. 2010; Chmelík, Marada 2014; Chmelík 2015). Sekundárně pak přiblížení možností aplikace poznávacích nástrojů dalším oborům zabývajících se interdisciplinárními dopravními tématy a v neposlední řadě rovněž také potřebám praktických úloh. Hlavní výsledky výzkumu byly představeny v předchozích kapitolách, popř. detailně v jednotlivých příložených studiích. Zjednodušeně jsou hlavní zjištění uvedena prostřednictvím čtyř vzájemně provázaných dílčích cílů v následujících odstavcích.

Z hlediska teoretických konceptualizací nedošlo v období od počátku vzniku dopravní geografie jako samostatné disciplíny k zásadním epistemologickým změnám. Hlavním teoretickým rámcem pro studovanou problematiku zůstává teorie prostorových interakcí E. L. Ullmana (1956, cit. v Rodrigue a kol. 2006), která je svázána s obdobím tzv. kvantitativní revoluce v geografii. Kritika pozitivistických přístupů patrná v jiných geografických disciplínách od 70. let 20. století se u dopravní geografie významně projevila až na sklonku tisíciletí. Jedním z důvodů je interdisciplinární povaha studia dopravy s významným přebíráním metodologických přístupů inženýrských oborů, která snižovala potřebu změn přístupu k problematice a využívání alternativních postupů.

Právě absence vlastního metodologického aparátu dopravní geografie a omezené vazby na příbuzné geografické disciplíny jsou často geografy kritizovány (Hanson 2006; Keeling 2007). Na druhou stranu se v rámci odborných diskuzí nijak výrazně nezpochybňuje použití kvantitativních metod a dosavadních přístupů, které by měly sloužit jako podklad i pro „změkčování“ geografie dopravy a jako výzva pro nové směřování dopravně-geografických výzkumů (např. Goetz a kol. 2009; Hall 2010; Dobruszkes 2012 atd.). Možnosti využívání kvalitativních přístupů jsou samozřejmě závislé na sledované měřítkové úrovni, kde lze obecně říci, že s narůstající měřítkovou úrovní roste uplatnění kvantitativních přístupů založených na analýze dat a v určité míře narůstá také obsahová redukce sledovaných jevů a jejich souvislostí.

Studium podmiňujících faktorů interakcí, resp. v užším pohledu dopravních vztahů, potvrdilo jejich vzájemné prolínání s tím, že určení míry kauzality daného ukazatele je velmi obtížné, často podpořené subjektivními přístupy. Přes tuto složitost lze zjednodušeně uvést, že intenzita interakce je ve větší míře ovlivněna geografickou a dopravní polohou (viz Květoň, Chmelík a kol. 2012), velikostí a významem (atraktivitou) středisek a jejich vzdáleností. Dochází tedy k potvrzení významu vlivu sídelní hierarchie, která má souvislost s atraktivitou plynoucí z ekonomických charakteristik středisek. Naopak struktura a kvalitativní forma interakce jsou více determinovány behaviorálními vlivy, resp. charakteristikami jedince, tj. sociodemografickým statutem, ekonomickou úrovní a zejména životním stylem. Nepřímo byla tato skutečnost potvrzena při posuzování vybraných relací v Česku, kde je železniční doprava konkurenceschopná ostatním dopravním módům (viz Chmelík 2015). Bylo zjištěno, že pouhé zahrnutí ceny jako hlavního diferenciačního faktoru (založeného na ceně přepravy a „ztraceného“ času stráveného na cestě) není dostatečné, neboť z prvotních výsledků vyplývala jednoznačná preference veřejné dopravy před dopravou individuální. To však nelze s ohledem na obecné předpoklady založené na statických informacích o dopravních výkonech považovat za pravděpodobné. Tato skutečnost však potvrzuje, že rozhodnutí o realizaci cesty je ovlivněno celou řadou faktorů, které jsou obtížně kvantifikovatelné. Zároveň lze generalizovaně uvést, že nad uvedenými podmiňujícími faktory je institucionální prostředí a s ním spojené regulační mechanismy, které nepřímo ovlivňují reálné dopravní možnosti obyvatel v řadě oblastí od plánování výstavby dopravní infrastruktury (viz Chmelík, Marada 2014) po reálné zajišťování veřejné dopravy (viz Chmelík a kol. 2010; Chmelík 2015).

V metodické rovině je přínos předkládané práce v široké diskuzi možností hodnocení dopravních interakcí, která je podložena výsledky v publikovaných článcích. Obecně je nutné konstatovat, že sledovaná problematika je úzce svázána s omezenou dostupností údajů o přepravní poptávce. Především absence znalosti zdroje a cíle cest je umocněna v případě individuální automobilové dopravy, která je z hlediska podílu na přepravní práci majoritním dopravním módem. V tomto smyslu se jeví jako vhodné formulovat doporučení pro decizní sféru, resp. instituce zajišťující dopravní statistiku, neboť vyšší poznání této oblasti by mělo mít pozitivní vlivy i na efektivnější vynakládání veřejných prostředků vlivem lepšího plánování v oblasti dopravy. Je otázkou, zda uvedené potřeby nelze obecně řešit využitím existujících časoprostorových dat (např. data o lokalizaci

mobilitních telefonů, viz Novák, Novobilský 2013; Novák a kol. 2013). Nedostupnost některých informací je možné řešit více způsoby, jednak sběrem primárních dat v terénu, jednak modelováním dopravních interakcí. Opětovně je v této souvislosti nutné upozornit na vliv měřítkové úrovně na zvolenou metodu i s ohledem na organizační a finanční náročnost výzkumu. Je zřejmé, že v případě výzkumu na mikroregionální úrovni bude realizace sběru dat jednodušší, než v případě vztahů mezoregionálních středisek. Právě na spojení nodálních center osídlení Česka byly provedeny analýzy intenzit dopravních vztahů a konstruovány základní modely, jež jsou součástí publikovaných článků (Chmelík a kol. 2010; Chmelík, Marada 2014). Obecně bylo na základě výsledků potvrzeno, že i aplikace základních modelů mohou vést k poměrně zajímavým a hodnotným výsledkům. Zvláště pokud přihlídneme ke skutečnosti, že by po další úpravě modelových vstupů mohly být srovnatelné s oficiálními komplikovanými a nákladnými modely, na základě kterých se reálně o projektech dopravní infrastruktury rozhoduje (viz Chmelík, Marada 2014). Tato skutečnost je klíčová v situaci, kdy složitost oficiálních modelů produkovaných projektanty pro decizní sféru prakticky neumožňuje intuitivní kontrolu výstupních údajů. Přitom potřeba aplikace obdobných modelů a analytických přístupů pravděpodobně bude, vzhledem k trvající absenci potřebných směrových dat o přepravě především na vyšší řádovostní úrovni, dále aktuální (viz i Halás, Kraft 2016). Protože modely značně generalizují objektivní realitu, citlivá interpretace výsledků a jejich kritické hodnocení bude nadále nezbytnou nutností.

Kromě intenzit dopravních vazeb byly zároveň diskutovány možnosti hodnocení struktury a povahy relačních dopravních vztahů. Opětovně je třeba zdůraznit omezenou datovou základnu vyplývající ze složitosti sběru potřebných informací. V západní Evropě je tento nedostatek alespoň částečně řešen výsledky rozsáhlých průzkumů, které rozšiřují informační základnu o znalosti dopravního chování obyvatel (Marconi a kol. 2004). V Česku je aktuálně problematika identifikace podílu jednotlivých dopravních módů či dokonce dopravce na přepravním trhu/relaci poměrně často diskutována, i s ohledem na situaci na hlavních přepravních relacích Praha – Ostrava a Praha – Brno. V této souvislosti je zážející, že poptávka po řešení těchto témat nebyla v odborných publikacích doposud významně reflektována. Příspěvkem do této problematiky je publikovaný článek (Chmelík 2015), který obsahuje analýzu vývoje změn podílu hlavních dopravních módů a jejich predikci ve vybraných nadregionálních (dálkových) relacích v Česku. Cílem bylo ověřit, zda může použití poměrně jednoduchého modelu přinést alternativu k dostupné datové základně. Přestože vlastní aplikace přinesla zajímavé a v zásadě i intuitivně očekávatelné výsledky, lze však vypovídací schopnost modelu v případě dálkových relací obtížně kvalifikovaně ověřit vzhledem k velikosti přepravního trhu, především u individuálních cest. Proto se do budoucna nabízí spíše ověření obdobným výzkumem na nižším regionálním řádu, který by bylo možné konfrontovat s podrobným terénním šetřením v oblasti.

Závěrem je nutné uvést, že předkládaná práce vychází z tradičního pojetí pozitivistické geografie dopravy s dominantním využitím kvantitativních přístupů. Tyto skutečnosti mají vliv na získané výsledky a jejich explanaci, která může být jednostranně vnímána

z důvodu záměrného zdůraznění jednotlivých podmiňujících faktorů a obsahové generalizace některých procesů. S ohledem na soustředění výzkumu především na oblast nadnodálních kontaktů středisek lze však považovat zvolený přístup za legitimní. Zároveň je na tomto místě nutné uvést osobní přesvědčení autora, že identifikace dopravních vztahů na vyšších řádovostních úrovních bude v následujících letech stále dominantně založena na analýze dostupných datových zdrojů a na metodologickém aparátu používajícím matematicko-prediktivní postupy. V zaměření na „geografizaci“ modelování dopravních interakcí proto lze spatřovat význam geografie dopravy v aplikační sféře pro další období.

8. Literatura

- ALBALETE, D., BEL, G., FAGEDA X. (2015): Competition and cooperation between high-speed rail and air transportation services in Europe. *Journal of Transport Geography*, 42, Elsevier, s. 166–174. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2014.07.003.
- BARTOŠOVÁ, Z. (2008): Modelování prostorových interakcí na příkladu dálnice D3. Diplomová práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PřF UK v Praze, 83 s. + příl.
- BEZÁK, A. (2008): Quo vadis kvantitativna geografie? *ACTA Geographica Universitatis Comenianae*, 50, Univerzita Komenského v Bratislave, s. 79–94.
- BLACK, W., R. (1995): Spatial interaction modelling using artificial neural network. *Journal of Transport Geography*, 3, č. 3, Elsevier Science, London, s. 159–166.
- BLACK, W., R. (2003): *Transportation: a geographical analysis*. The Guilford Press, New York, 375 s.
- BLAŽEK, J. (2012): Regionální inovační systémy a globální produkční sítě: dvojitá optika na zdroje konkurenceschopnosti v současném světě? *Geografie*, 117, č. 2, s. 209–233.
- BLAŽEK, J., UHLÍŘ, D. (2002): *Teorie regionálního rozvoje. Nástin, kritika, klasifikace*. Karolinum, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 211 s.
- BRAUN KOHLOVÁ, M. (2010): Město a pohyb v něm – otázka racionality volby dopravního prostředku. Disertační práce, ISS, FSV UK, Praha, 234 s.
- BRINKE, J. (1999): *Úvod do geografie dopravy*. Karolinum, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 112 s.
- BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, H. (2009): *Doprava a společnost: Ekonomické aspekty udržitelné dopravy*. Karolinum, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 212 s.
- BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, H. a kol. (2008): Analýza každodenního dopravního chování dospělého městského obyvatelstva a nástroje regulace dopravy. Závěrečná zpráva z projektu MD 24/2006-430-OPI/3 z OP „Infrastruktura“ – Priorita 2 (2.4). Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí, 281 s.
- CASTILLO-MANZANO, J. I., POZO-BARAJAS, R., TRAPERO, J. R. (2015): Measuring the substitution effects between High Speed Rail and air transport in Spain. *Journal of Transport Geography*, 43, Elsevier, s. 59–66. doi:10.1016/j.jtrangeo.2015.01.008.
- CURL, A., DAVISON, L. (2014): Transport Geography: perspectives upon entering an accomplished research sub-discipline. *Journal of Transport Geography*, 38, Elsevier, s. 100-105. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.05.018>.
- ČD: Interní podklady o počtech prodaných jízdenek a přepravených cestujících z let 2013–2015.
- ČSÚ (2003): *Sčítání lidu, domů a bytů 2001 – Dojížděka do zaměstnání a škol: Česká republika*. ČSÚ, Praha.
- ČSÚ (2011): *Počet obyvatel v obcích České republiky k 1. 1. 2011*. Dostupné z: [<https://www.czso.cz/czo/czso/pocet-obyvatel-v-obcichprepocteny-na-definitivni-vysledky-sldb-2011-k-112011-vr7xowgr7o> – 15.5.2015].

- ČSÚ (2013): Sčítání lidu, domů a bytů 2011 – Dojížděka do zaměstnání a škol: Česká republika. ČSÚ, Praha.
- DANĚK, P. (2008): Vývoj moderního geografického myšlení. In.: V. Toušek, J. Kunc, J. Vystoupil a kol.: Ekonomická a sociální geografie. Aleš Čeněk, Plzeň, s. 9–40.
- DE GRANGE, L., FERNÁNDEZ, E., DE CEA, J. (2010): A consolidated model of trip distribution. *Transportation Research Part E*, 46, Elsevier, s. 61–75.
- DELSAUT, M. (2014): The effect of fuel price on demands for road and rail travel: an application to the French case. *Transport Research Procedia*, 1, Elsevier, s. 177–187.
- DOBRUSZKES, F. (2012): Stimulating or frustrating research? *Transport geography and (un)available data*. 1–2, *Belgeo* [En ligne], s. 2–13. Dostupné z: [<http://belgeo.revues.org/7082> – 11.8.2015].
- ELLDÉR, E. (2014): Residential location and daily travel distances: the influence of trip purpose. *Journal of Transport Geography*, 34, Elsevier, s. 121–130. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.07.008>
- ENGSTRÖM, M. G., SAHLBERG, B. W. (1973): Travel demand, transport systems and regional development: models in co-ordinated planning. *Lund studies in geography*, ser. B. Human Geography, 39, Department of geography, The Royal University of Lund, Lund, 133 s.
- FOTHERINGHAM, A. S., NAKAYA, T., YANO, K., OPENSHAW, S., ISHIKAWA, Y. (2001): Hierarchical destination choice and spatial interaction modelling: a simulation experiment. *Environment and Planning A*, 33, Pion, s. 901–920.
- FRANTÁL, B., KLAPKA, P., SIWEK, T. (2012): Lidské chování v prostoru a čase: teoreticko-metodologická východiska. *Sociologický časopis / Czech Sociological Review*, 48, 5, s. 833–858.
- GOETZ, A. R., VOWLES, T. M., TIERNEY, S. (2009): Bridging the Qualitative-Quantitative Divide in Transport Geography. *Professional Geographer*, 61, č. 3, s. 323–335.
- GREGORY, D., JOHNSTON, R., PRATT, G., WATTS, M. J., WHATMORE, S. (2010). *The Dictionary of Human Geography*. 5th ed., Wiley-Blackwell, Oxford, 1052 s.
- GROSCHÉ, T., ROTHLAUF, F., HEINZL, A. (2007): Gravity models for airline passenger volume estimation. *Journal of Air Transport Management*, 13, Elsevier, s. 175–183.
- GUTIÉRREZ, J. (2001): Location, Economic Potential and Daily Accessibility: An Analysis of the Accessibility Impact of the High-speed Line Madrid–Barcelona–French border. *Journal of Transport Geography*, 9, č. 4, Elsevier Science, Dublin, s. 229–242.
- GUTIÉRREZ, J., URBANO, P. (1996): Accessibility in the European Union: the impact of the trans-European road network. *Journal of Transport Geography*, 4, č. 1, Elsevier Science, s. 15–25.
- HAGGETT, P. (1965): *Prostorová analýza v ekonomické geografii – část první* [český překlad z *Locational Analysis in Human Geography*], Londýn, 242 s.
- HAGGETT, P. (2001): *Geography – A Global Synthesis*. Prentice Hall, London, 833 s.

- HAGGETT, P., CHORLEY, S. J. (1969): *Network Analysis in Geography*. Edward Arnold, London, 347 s.
- HALÁS, M. (2005): Dopravný potenciál regiónov Slovenska. *Geografie – Sborník České geografické společnosti*, 110, č. 4, s. 257–270.
- HALÁS, M. (2014): Modelovanie priestorového usporiadania a dichotómie centrum – periféria. *Geografie*, 119, č. 4, s. 384–405.
- HALÁS, M., KLAPKA, P. (2010): Regionalizace Česka z hlediska modelování prostorových interakcí. *Geografie*, 115, 2, s. 144–160.
- HALÁS, M., KLAPKA, P., KLADIVO, P. (2014): Distance-decay functions for daily travel-to-work flows. *Journal of Transport Geography*, 35, s. 107–119. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2014.02.001.
- HALÁS, M., KRAFT, S. (2016): Modeling and Prediction of Long-Distance Traffic Flows Through the Example of Road Transport in the Czech Republic. *Scottish Geographical Journal*, 132, s. 103–117. DOI: 10.1080/14702541.2015.1084029.
- HALL, D. (2010): Transport geography and new European realities: a critique. *Journal of Transport Geography*, 18, č. 1, Elsevier, s. 1–13.
- HAMPL, M. (1971): *Teorie komplexity a diferenciacie světa*. Universita Karlova, Praha, 183 s.
- HAMPL, M. (2002): Regionální organizace společnosti: principy a problémy studia. *Geografie – Sborník ČGS*, 107, 4, s. 333–348.
- HAMPL, M. (2005): Geografická organizace společnosti v České republice: Transformační procesy a jejich obecný kontext. *Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PřF UK, Praha*, 148 s. + mapová příloha.
- HAMPL, M. (2008): Nomotetická nebo idiografická geografie: alternativnost nebo komplementarita? *Acta Geographica Universitatis Comenianae, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislavě*, 50, s. 19–31.
- HAMPL, M. a kol. (1996): *Geografická organizace společnosti a transformační procesy v České republice*. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PřF UK, Praha, 396 s.
- HAMPL, M., GARDAVSKÝ, V., KÜHNL, K. (1987): *Regionální struktura a vývoj systému osídlení ČSR*. Univerzita Karlova, Praha, 255 s.
- HAMPL, M., MARADA, M. (2015): Sociogeografická regionalizace Česka. *Geografie*, 120, č. 3, s. 397–421.
- HAMPL, M., MÜLLER, J. (1996): Komplexní organizace systému osídlení. In: Hampl, M. a kol.: *Geografická organizace společnosti a transformační procesy v České republice*. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Praha, s. 53–90.
- HANSON, S. (2006): *Imagine*. *Journal of Transport Geography*, 14, Elsevier, s. 232–233.
- HANSON, S. ed. (1995): *The Geography of Urban Transportation – second edition*. The Guilford Press, London, 478 s.

- HAYASHI, Y., MORISUGI, H. (2000): International comparison of background concept and methodology of transport projects appraisal. *Transport Policy*, 7, Elsevier Science, s. 73–88.
- HEPPLE, L. (2010): Spatial interaction. In.: Gregory, D. a kol. (eds.): *The Dictionary of Human Geography*. 5th ed., Wiley-Blackwell, Oxford, s. 713.
- HESSE, M. (2007): The system of flows and the restructuring of space elements of a geography of distribution. *Erdkunde*, 61, č. 1, Goch, s. 1–12.
- HESSE, M. (2010): Cities, material flows and the geography of spatial interaction: urban places in the system of chains. *Global Networks*, 10, č. 1, Blackwell, s. 75–91.
- HLAVIČKA, V. (1993): Teoretická východiska a souvislosti konstrukce gravitačních modelů v geografii. *Sborník ČGS*, 98, č. 1, Česká geografická společnost, Praha, s. 34–43.
- HOLEČEK, M. (ed.) (1988): *Současný stav a perspektivy dopravní geografie – sborník ze semináře*. Geografický ústav ČSAV a Československá geografická společnost, Brno, 168 s.
- HOLZ-RAU, CH., SCHEINER, J. (2010): Travel mode choice: affected by objective or subjective determinants? *Transportation*, 34, č. 4, s. 487–511.
- HORNÁK, M. (2006): Identification of regions of transport marginality in Slovakia. In: Komornicki, T., Czapiewski, K. (eds.): *Regional Periphery in Central and Eastern Europe*, *Evropa XXI*, 15, IgiPZ PAN, Warszawa, s. 35–41.
- HORNÁK, M., PŠENKA, T., KRIŽAN, F. (2013): The competitiveness of the long-distance public transportation system in Slovakia. *Moravian Geographical Reports*, 21, č. 4, s. 64–75.
- HORNER, A. (2000): Changing Rail Travel Times and Time-Space Adjustment in Europe. *Geography*, 85, 1, Elsevier Science, Amsterdam, s. 56–58.
- HOYLE, B., KNOWLES, R. (eds.) (1998): *Modern Transport Geography*. 2nd rev. ed., John Wiley and Sons, Chichester, 374 s.
- HOYLE, B., SMITH, J. (1998): Transport and Development: Conceptual Frameworks. In: Knowles, R., Hoyle, B. (eds.): *Modern Transport Geography*, John Wiley and Sons, Chichester, s. 13–40.
- HRABÁČEK, J. (2010): Dopravní odpor a možnosti jeho využití při posouzení modal split (metoda RWTH Aachen). In.: *Seminář Telč 2010: Konkurence na evropských železnicích – ekonomické, právní a regionální faktory*. Recenzovaný sborník příspěvků. ESF MU v Brně, s. 120–135.
- HUDEČEK, T. (2008): *Akcesibilita a dopady její změny v Česku v transformačním období: vztah k systému osídlení*. Disertační práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje PřF UK, Praha, 119 s. + příl.
- HŮRSKÝ, J. (1978): Metody oblastního členění podle dopravního spádu: úvod do teorie předělů osobní dopravy. *Rozpravy ČSAV*, 6, Academia, Praha, 96 s.
- HŮRSKÝ, J. (1988): K nedávnému vývoji dopravní geografie v zahraničí. In: Holeček, M. (ed.): *Současný stav a perspektivy dopravní geografie – sborník ze semináře*. Geografický ústav ČSAV a Československá geografická společnost, Brno, s. 7–14.

- CHARLTON, C., VOWLES, T. (2008): Inter-urban and regional transport. In.: Knowles, R., eds.: *Transport geographies: Mobilities, Flows and Spaces*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, s. 120–136.
- CHMELÍK, J. (2008): Modelování prostorových interakcí na příkladu Ostravska. Diplomová práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje PŘF UK, Praha, 97 s. + příl.
- CHMELÍK, J. (2015): Assessments of Modal Split in Long-distance Passenger Transport. *Národohospodářský obzor / Review of Economic Perspectives*, 15, č. 1, Masarykova univerzita v Brně, Brno, s. 49–69. DOI: 10.1515/revecp-2015-0011.
- CHMELÍK, J., MARADA, M. (2010): Konkurence dopravních módů na vybrané relaci v Česku. In: *Seminář Telč 2010: Konkurence na evropských železnicích – ekonomické, právní a regionální faktory (prezentace)*, 15 s.
- CHMELÍK, J., MARADA, M. (2014): Assessment of the impact of a new motorway connection on the spatial distribution and intensity of traffic flows: A case study of the D47 motorway, Czech Republic. *Moravian Geographical Reports*, 22, č. 4, s. 14–24. DOI: 10.1515/mgr-2014-0020.
- CHMELÍK, J., KVĚTOŇ, V., MARADA, M. (2010): Evaluation of competitiveness of rail transport on example of connection among regional capitals in Czechia. *Národohospodářský obzor / Review of Economic Perspectives*, 10, č. 1, Masarykova univerzita v Brně, Brno, s. 5–20.
- CHORLEY, R. J., HAGGETT, P. (1967): *Models in geography*. Methuen, London, 816 s.
- ISARD, W. (1998): Gravity and spatial interaction models. In: Isard, W. a kol.: *Methods of interregional and regional analysis*. Ashgate Publishing Limited, Aldershot, s. 243–279.
- IVAN, I. (2010): Docházka na zastávku a její vliv na dojížděku do zaměstnání. *Geografie*, 115, č. 4, s. 393–412.
- JOHNSTON, R. (2010): Agent-based modelling. In.: Gregory, D. a kol. (eds.): *The Dictionary of Human Geography*. 5th ed., Wiley-Blackwell, Oxford, s. 13–14.
- JOHNSTON, R. J., GREGORY, D., PRATT, G., WATTS, M. (eds.) (2000): *The Dictionary of Human Geography*. 4th ed., Blackwell, Oxford, 958 s.
- KEELING, D. (2007): Transportation geography: new directions on well-worn trails. *Progress in Human Geography*, 31, 2, s. 217–225.
- KEELING, D. (2008): Transportation geography – new regional mobilities. *Progress in Human Geography*, 32, 2, s. 275–283.
- KEELING, D. (2009): Transportation geography: local challenges, global contexts. *Progress in Human Geography*, 33, 4, s. 516–526.
- KIM, K. S. (2000): High-speed rail developments and spatial restructuring. A case study of the Capital region in South Korea. *Cities*, 17, č. 4, Elsevier, s. 251–262.
- KNOWLES, R. (1993): Research agendas in transport geography for the 1990s. *Journal of Transport Geography*, 1, č. 1, Elsevier, London, s. 3–11.
- KNOWLES, R. (1994): New horizon in transport geography. *Journal of Transport Geography*, 2, č. 2, Elsevier, London, s. 83–86.

KNOWLES, R., SHAW, J., DOCHERTY, I. eds. (2008): *Transport geographies: Mobilities, Flows and Spaces*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, 293 s.

KRAFT, S. (2009): *Dopravní hierarchie středisek osídlení České republiky a její změny v transformačním období: geografická analýza*. Rigorózní práce. Geografický ústav. Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita v Brně, Brno, 70 s. + přílohy.

KRAFT, S. (2014): *Daily spatial mobility and transport behaviour in the Czech Republic: Pilot study in the Písek and Bystřice nad Pernštejnem regions*. *Human Geographies – Journal of Studies and Research in Human Geography*, 8, č. 2, s. 51–67. DOI: 10.5719/hgeo.2014.82.51

KRAFT, S., BLAŽEK, J. (2012): *Spatial interactions and regionalisation of the Vysočina Region using the gravity models*. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium, Geographica*, 43, č. 2, s. 65–82. ISSN 1212-2157.

KRAFT, S., HALÁS, M., VANČURA, M. (2014): *The delimitation of urban hinterlands based on transport flows: A case study of regional capitals in the Czech Republic*. *Moravian Geographical Reports*, 22, č. 1, s. 24–32. DOI: 10.2478/mgr-2014-0003.

KRAFT, S., KVĚTOŇ, T. (2015): *Daily Spatial Mobility and Transport Behaviour in the Czech Republic – A Case study of the Blatná region*. Lambert Academic Publishing, 104 s. ISBN 978-3-659-35774-9.

KRAFT, S., MARADA, M., POPJAKOVÁ, D. (2014): *Delimitation of nodal regions based on transport flows: case study of the Czech Republic*. *Quaestiones Geographicae*, 33, č. 2, s. 139–150. DOI: 10.2478/quageo-2014-0022.

KRAFT, S., VANČURA, M. (2009a): *Dopravní systém České republiky: efektivita a prostorové dopady*. *Národohospodářský obzor / National Economic Horizons*, 9, č. 1, Masarykova univerzita v Brně, Brno, s. 21–33.

KRAFT, S., VANČURA, M. (2009b): *Geographical organization of the transport system in Czechia and its development in the transformation period*. *Geografie*, 114, 4, s. 298–315.

KSIAZKIEWICZ, S. (2012): *Quantitative or qualitative transport planning? An interdisciplinary geographic perspective*. *Prace Geograficzne*, 130, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, s. 131–139. doi: 10.4467/20833113PG.12.024.0665

KVĚTOŇ, V. (2011): *Územní diferenciacie dopravních příležitostí v Česku: podmiňující faktory a dopravní interakce*. Disertační práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PřF UK v Praze, Praha, 47 s. + přílohy.

KVĚTOŇ, V., CHMELÍK, J., VONDRÁČKOVÁ, P., MARADA, M. (2012): *Developments in the public transport serviceability of rural settlements with examples from various types of micro-regions*. *AUC Geographica*, č. 1, s. 51–63.

KVIZDA, M., SEIDENGLANZ, D. (2014): *Out of Prague: a week-long intermodal shift from air to rail transport after Iceland's Eyjafjallajökull erupted in 2010*. *Journal of Transport Geography*, 37, s. 102–111. DOI:10.1016/j.jtrangeo.2014.04.014.

LEE, C. (1973): *Models in planning: an introduction to the use of quantitative models in planning*. *Urban and Regional Planning Series*, 4, Pergamon Press, Oxford, 142 s.

- LÓPEZ-PITA, A., ROBUSTÉ, F. (2005): Impact of High-Speed Lines in Relation to Very High Frequency Air Services. *Journal of Public Transportation*, 8, č. 2, s. 17–35.
- LOVELACE, R., BALLAS, D., WATSON, M. (2014): A spatial microsimulation approach for the analysis of commuter patterns: from individual to regional levels. *Journal of Transport Geography*, 34, Elsevier, s. 282–296. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.07.008>
- LUOMA, M., MIKKONEN, K., PALOMÄKI, M. (1993): The threshold gravity model and transport geography. How transport development influences the distance-decay parameter of the gravity model. *Journal of Transport Geography*, 1, č. 4, Elsevier Science, Dublin, s. 240–247.
- MA, K.-R., BANISTER, D. (2006): Excess Commuting: A Critical Review. *Transport Reviews*, 26, 6, Routledge, s. 749–767.
- MAIER, K., DRDA, F., MULÍČEK, O., SÝKORA, L. (2007): Dopravní dostupnost funkčních městských regionů a urbanizovaných zón v České republice. *Urbanismus a územní rozvoj, Ústav územního rozvoje*, X, č. 3, s. 75–80. ISSN 1212-0855.
- MARADA, M. (2003): Dopravní hierarchie středisek v Česku: vztah k organizaci osídlení. *Disertační práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PřF UK v Praze*, Praha, 116 s.
- MARADA, M. (2006): Vertikální a horizontální dopravní poloha středisek osídlení Česka. In: Kraft, S., Mičková, K., Rypl, J., Švec, P., Vančura, M.: *Česká geografie v evropském prostoru, elektronický sborník příspěvků (CD-ROM) z XXI. sjezdu České geografické společnosti, katedra geografie, Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích*, s. 169–174.
- MARADA, M., KVĚTOŇ, V., MATTERN, T., ŠTYCH, P., HUDEČEK, T. (2013): Accessibility patterns: Czech Republic Case Study. *EUROPA XXI*, 24, Institute of Geography and Spatial Organization, Polish Academy of Science, Warsaw, s. 61–76.
- MARADA, M., KVĚTOŇ, V., VONDRÁČKOVÁ, P. (2010): Doprava a geografická organizace společnosti v Česku. *Edice Geographica, ČGS, Praha*, 165 s.
- MARADA, M., KVĚTOŇ, V. (2010): Diferenciace nabídky dopravních příležitostí v českých obcích a sociogeografických mikroregionech. *Geografie*, 115, 1, s. 21–43.
- MARCONI, D., SIMMA, A., GINDRAUX, M. (2004): The Swiss Microcensus 2005: An International Comparison on Travel Behaviour. paper for 4rd Swiss Transport Research Conference, Ascona, March 2004. 19 s. Dostupné z: [http://www.strc.ch/conferences/2004/Marconi_Simma_Gindraux_SwissMicrocensus2005_STRC_2004.pdf – 11.10.2012].
- MARTI-HENNEBERG, J. (2015): Attracting travellers to the high-speed train: a methodology for comparing potential demand between stations. *Journal of Transport Geography*, 42, Elsevier, s. 146–156. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2014.11.003.
- MARTÍN, J. C., NOMBELA, G. (2007): Microeconomic impacts of investments in high speed trains in Spain. *Ann Reg Sci*, 41, Springer, s. 715–733.
- MARTÍN, J. C., REGGIANI, A. (2007): Recent Methodological Developments to Measure Spatial Interaction: Synthetic Accessibility Indices Applied to High-speed Train Investments. *Transport Reviews*, 27, 5, Routledge, s. 551–571.

- MARTÍNEZ, L. M., VIEGAS, J. M. (2013): A new approach to modelling distance-decay functions for accessibility assessment in transport studies. *Journal of Transport Geography*, 26, Elsevier, s. 87–96. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.08.018>.
- MATSUMOTO, H. (2007): International air network structures and air traffic density of world cities. *Transportation Research Part E*, 43, Elsevier, s. 269–272.
- MICHNIAK, D. (2002): Dostupnost jako geografická kategória a jej význam při hodnocení územno-správného členenia Slovenska. Dizertační práce. Geografický ústav Slovenské akademie vied, Bratislava, 125 s.
- MIKKONEN, K., LUOMA, M. (1999): The parameters of the gravity model are changing – how and why? *Journal of Transport Geography*, 7, č. 4, Elsevier Science, Dublin, s. 277–283.
- MUDRYCH, P. (1998): Ranní dopravní špička jako základ pro studium geografických souvislostí v zázemí našich středisek. *Geografie*, 103, č. 4, s. 428–436.
- MULÍČEK, O., OSMAN, R., SEIDENGLANZ, S. (2016): Time-space Rhythms of the City – The Industrial and Post-industrial Brno. *Environment and Planning A*, 48, 1, SAGE, s. 115–131. DOI: 10.1177/0308518X15594809.
- NOVÁK, J., AHAS, R., AASA, A., SILM, S. (2013): Application of mobile phone location data in mapping of commuting patterns and functional regionalization: a pilot study of Estonia. *Journal of Maps*, 9, č. 1, s. 10–15.
- NOVÁK, J., NOVOBILSKÝ, J. (2013): Inovativní přístupy k zachycení přítomného obyvatelstva: data mobilních operátorů. *Urbanismus a územní rozvoj*, XVI, č. 3, s. 14–19.
- NOVÁK, J., SÝKORA, L. (2007): A City in Motion: Time-Space Activity and Mobility Paterns of Suburban Inhabitants and Structuration of Spatial Organization in Prague Metropolitan Area. *Geografiska Annaler* 89B, 2, s. 147–168.
- NOVÁK, J., TEMELOVÁ, J. (2012): Každodenní život a prostorová mobilita mladých Pražanů: pilotní studie využití lokalizačních dat mobilních telefonů. *Sociologický časopis/Czech Sociological Review*, 48, č. 5, s. 911–938.
- NYBLÖM, Å., (2014). Making plans or “just thinking about the trip”? Understanding people’s travel planning in practice. *Journal of Transport Geography*, 35, Elsevier Science, s. 30–39.
- O’KELLY, M. E., NIEDZIELSKI, M. A. (2009): Are long commute distances inefficient and disorderly? *Environment and Planning A*, 41, Pion, s. 2741–2759.
- ORTÚZAR, J. D., WILLUMSEN, L. (2001): *Modelling Transport*, Third Edition. John Wiley, Chichester, 499 s.
- PAS, E. I. (1995): The Urban Transportation Planning Process. In.: Hanson, S., ed.: *The Geography of Urban Transportation – second edition*. The Guilford Press, London, s. 53–77.
- PATRIK, M. (ed.) (1997): *Alternativní trendy dopravní politiky v ČR*, sborník ze semináře v Rybníku u Poběžovic. Český a Slovenský dopravní klub, Brno, 236 s.
- PAULOV, J. (1985): Gravitačný model: analytický nástroj štruktúrného výskumu v geografii. *AFRNUC – Geographica*, 25, Bratislava, s. 79–99.

- PAULOV, J. (1993): Entropia v urbánnej a regionálnej analýze: konceptuálny rámec a základy aplikácie. *Geographia Slovaca*, č. 2, Geografický ústav SAV, Bratislava, 70 s.
- PAULOV, J. (1995): Spatial interaction modelling: selected approaches. *AUC Geographica*, 1, č. 2, Praha, s. 95–117.
- PAULOV, J. (2004): On an estimation of interaction flows from transportation cost. *Geografický časopis*, 56, č. 3, s. 173–185.
- PAULOV, J., POLÁČIK, Š. (1979): Kalirácia a testovanie gravitačného modelu na migračných dátach. *AFRNUC – Geographica*, 17, Bratislava, s. 209–232.
- PAVLÍK, Z., KÜHNEL, K. (1982): Úvod do kvantitativních metod pro geography. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 267 s.
- PIPKIN, J. S. (1995): Disaggregate Models of Travel Behaviour. In.: Hanson, S., ed.: *The Geography of Urban Transportation – second edition*. The Guilford Press, London, s. 188–218.
- POTRYKOWSKI, M., TAYLOR, Z. (1982): Geografia transportu. Zarys problemów, modeli i metod badawczych. Państwowe wydawnictwo naukowe, Warszawa, 268 s.
- PRESTON, J. (2001): Integrating transport with socio-economic activity – a research agenda for the new millennium. *Journal of Transport Geography*, 9, č. 1, Elsevier, London, s. 13–24.
- PRESTON, J., O'CONNOR, K. (2008): Revitalized transport geographies. In.: Knowles, R., eds.: *Transport geographies: Mobilities, Flows and Spaces*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, s. 227–237.
- RIETVELD, P., BRUINSMA, F. (1998): *Is Transport Infrastructure Effective? Transport Infrastructure and Accessibility: Impacts on the Space Economy*. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg, 383 s.
- RIETVELD, P., VICKERMAN, R. (2004): Transport in regional science: The “death of distance” is premature. *Papers in Regional Science*, 83, RSAI, s. 229–248.
- RILEY, P. a kol. (2009): Lokálně ověřený rámec pro multimodální modelování poptávky po veřejné dopravě osob v souvislosti s interními a externími kvalitativními a ekonomickými faktory dopravní obsluhy. Závěrečná zpráva z projektu VaV MD č. CG721-045-190. Jacobs Consultancy, 162 s.
- Ročenka dopravy České republiky 2001, Ministerstvo dopravy a spojů. Dostupné z: [<https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2001/rocenka/index.htm> – 15.05.2015].
- Ročenka dopravy České republiky 2009, Ministerstvo dopravy, 164 s.
- Ročenka dopravy České republiky 2013, Ministerstvo dopravy, 161 s.
- Ročenka dopravy České republiky 2014, Ministerstvo dopravy, 171 s.
- RODRIGUE, J.-P., COMTOIS, C., SLACK, B. (2006): *The Geography of Transport Systems*. Routledge, London, 284 s.
- RÖLC, R. (2001): Dopravní dostupnost a regionální význam krajských měst. *Geografie – Sborník ČGS*, 106, č. 4. Česká geografická společnost, Praha, s. 222–233.
- RÖLC, R. (2004): Hierarchie osídlení a dopravní systémy: specifika měřítkové diferenciacie na příkladě České republiky. Disertační práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PřF UK v Praze, Praha, 116 s.

- ROY, J. R., THILL, J. C. (2004): Spatial interaction modelling. *Papers in Regional Science*, 83, č. 1, s. 339–361.
- RUBIN, O., MULDER, C. H., BERTOLINI, L. (2014): The determinants of mode choice for family visits – evidence from Dutch panel data. *Journal of Transport Geography*, 38, Elsevier, s. 137–147. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.06.004>
- ŘEHÁK, S. (1992): Sídlně dopravní model ČSFR a jeho územní souvislosti. *Geografický časopis*, 44, č. 1, Bratislava, s. 59–72.
- ŘEHÁK, S. (1997): Modely jako nástroj včasného varování. In: Patrik, M. (ed.): *Alternativní trendy dopravní politiky v ČR, sborník ze semináře v Rybníku u Poběžovic. Český a Slovenský dopravní klub, Brno*, s. 27–35.
- ŘEHÁK, S. (2004a): Geografický potenciál pohraničí. In: Jeřábek, M., Dokoupil, J., Havlíček, T. a kol.: *České pohraničí – bariéra nebo prostor zprostředkování? Academia, Praha*, s. 67–74.
- ŘEHÁK, S. (2004b): Metodický dodatek. In: Jeřábek, M., Dokoupil, J., Havlíček, T. a kol.: *České pohraničí – bariéra nebo prostor zprostředkování? Academia, Praha*, s. 269–273.
- ŘEHÁK, S. a kol. (1990): Analýzy a syntézy v socioekonomické geografii a jejich využitelnost v oblastně plánovací činnosti (na příkladu Jihomoravského kraje). *Zprávy Geografického ústavu ČSAV*, 27, č. 1, GGÚ ČSAV, Brno, s. 5–19.
- SALONEN, M., TOIVONEN, T. (2013): Modelling travel time in urban networks: comparable measures for private car and public transport. *Journal of Transport Geography*, 31, Elsevier, s. 143–153. DOI:10.1016/j.jtrangeo.2013.06.011.
- SEIDENGLANZ, D. (2007): *Dopravní charakteristiky venkovského prostoru. Disertační práce. Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita v Brně, Brno*, 171 s.
- SEIDENGLANZ, D. (2010): Transport relations among settlement centres in the eastern part of the Czech Republic as a potential for polycentricity. *Acta Universitatis Carolinae – Geographica*, 1–2, PřF UK, Praha, s. 75–89.
- SEIDENGLANZ, D. (2014): Transport geography in the Czech Republic and Slovakia. *Journal of Transport Geography*, 41, Elsevier, s. 350–352. doi:10.1016/j.jtrangeo.2014.09.001.
- SHAW, J., HESSE, M. (2010): Transport, geography and the 'new' mobilities. *Transactions*, 35, Royal Geographical Society, s. 305–312.
- SHAW, J., KNOWLES, R., DOCHERTY, I. (2008): Introducing Transport Geographies. In: Knowles, R., eds.: *Transport geographies: Mobilities, Flows and Spaces*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, s. 3–9.
- SHAW, S.-L. (2006): What about “Time” in Transportation Geography? *Journal of Transport Geography*, 14, Elsevier, London, s. 237–240.
- SHELLER, M., URRY, J. (2006): The new mobilities paradigm. *Environment and Planning A*, 38, Pion, s. 207–226.
- SHEPPARD, E. (1995): Modelling and Predicting Aggregate Flows. In: Hanson, S., ed.: *The Geography of Urban Transportation – second edition*. The Guilford Press, London, s. 100–128.

- SCHEINER, J. (2010): Interrelations between travel mode choice and trip distance: trends in Germany 1976–2002. *Journal of Transport Geography*, 18, Elsevier, London, s. 75–84.
- SCHEINER, J. (2014): Gendered key events in the life course: effects on changes in travel mode choice over time. *Journal of Transport Geography* 37, s. 47–60.
- SCHEINER, J., HOLZ-RAU, Ch. (2012): Gendered travel mode choice: a focus on cardeficient households. *Journal of Transport Geography* 24, s. 250–261.
- SCHOENDUWE, R., MUELLER, M. G., PETERS, A., LANZENDORF, M. (2015): Analysing mobility biographies with the life course calendar: a retrospective survey methodology for longitudinal data collection. *Journal of Transport Geography*, 42, Elsevier, s. 98–109. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.12.001>.
- SIMMA, A. (2003): History of the Swiss Travel Surveys, Swiss Federal Office for Spatial Development, paper for 3rd Swiss Transport Research Conference, Ascona, March 2003. 23 s. Dostupné z: [<http://www.strc.ch/conferences/2003/simma.pdf> – 11.10.2012].
- STRANGLING, S., ANABLE, J. (2008): Individual transport patterns. In.: Knowles, R., eds.: *Transport geographies: Mobilities, Flows and Spaces*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, s. 179–195.
- Strategie podpory dopravní obsluhy území (2003): Ministerstvo dopravy, 34 s.
- ŠŤASTNÁ, M., VAISHAR, A., STONAWSKÁ, K. (2015): Integrated Transport System of the South-Moravian Region and its impact on rural development. *Transportation Research Part D*, 36, Elsevier, s. 53–64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2015.02.012>.
- ŠTĚRBA, R. (2007): *Modely identifikace přepravní poptávky*. Habilitační přednášky. Fakulta dopravní, České vysoké učení technické v Praze, Praha, 19 s.
- TAAFFE, E. J., GAUTHIER, H. L. (1994): Transportation geography and geographic thought in the United States: an overview. *Journal of Transport Geography*, 2, č. 3, Elsevier, London, s. 155–168.
- TAAFFE, E., J., GAUTHIER, H., L. (1973): *Geography of Transportation*. Prentice-Hall Inc., New Jersey, 226 s.
- TEMELOVÁ, J., NOVÁK, J., POSPÍŠILOVÁ, L., DVOŘÁKOVÁ, N. (2011): Každodenní život, denní mobilita a adaptační strategie obyvatel v periferních lokalitách. *Sociologický časopis/Czech Sociological Review*, 47, č. 4, s. 831–858.
- TÖRNQVIST, G. (1970): *Contact Systems and Regional Development*. Lund studies in geography, ser. B. Human Geography, 35, Department of geography, The Royal University of Lund, Lund, 148 s.
- TSEKERIS, T., STATHOPOULOS, A. (2006): Gravity models for dynamic transport planning: Development and implementation in urban network. *Journal of Transport Geography*, 14, Elsevier, London, s. 152–160.
- TURTON, B., BLACK, W. R. (1998): Inter-urban Transport. In: Hoyle, B., Knowles, R. (eds.): *Modern Transport Geography*. 2nd rev. ed., John Wiley and Sons, Chichester, s. 159–183.
- UBØE, J. (2004): Aggregation of gravity models for journeys to work. *Environment and Planning A*, 36, Pion, s. 715–729.

- VICKERMAN, R. (2015): High-speed rail and regional development: the case of intermediate stations. *Journal of Transport Geography*, 42, Elsevier, s. 157–165. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.06.008>.
- VICKERMAN, R. W., SPIEKERMAN, K., WEGENER, M. (1997): Accessibility and Economic Development in Europe. *Regional Studies*, 33, č. 1. Regional Studies Association, Cambridge, s. 1–15.
- VITURKA, M., PAŘIL, P., TONEV, P. (2012): Hodnocení účelnosti projektů výstavby dopravní infrastruktury (Případová studie dálnic a rychlostních silnic České republiky). *Urbanismus a územní rozvoj*, XV, 2, s. 28–34.
- WILSON, A. G. (1970): *Entropy in Urban and Regional Modelling*. Pion, London.
- WILSON, A. G. (1974): *Urban and Regional Models in Geography and Planning*. John Wiley and Sons, London, 418 s.
- WILSON, A. G., REES, P. H. (1977): *Models of cities and regions: theoretical and empirical developments*. John Wiley and Sons, Chichester, 536 s.
- WOJAHN, O. W. (2001): Airline network structure and the gravity model. *Transportation Research Part E*, 37, Elsevier, London, s. 267–279.
- ZANDVLIET, R., DIJST, M., BERTOLINI, L. (2006): Destination choice and the identity of places: A disaggregated analysis for different types of visitor population environment in the Netherlands. *Journal of Transport Geography*, 14, Elsevier, London, s. 451–462.
- ZELENKA, J. (2010): *Modelování prostorových interakcí na příkladu krajských měst*. Diplomová práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje PŘF UK, Praha, 87 s. + příl.

II. SOUBOR PUBLIKOVANÝCH ČLÁNKŮ A JEJICH OBSAHOVÉ ZAMĚŘENÍ

Druhá část předkládané disertační práce je založena na publikovaných člancích, jejichž obsahem je v práci diskutovaná problematika prostorových interakcí, konkrétně dopravních vztahů v systému osídlení. Výsledky jednotlivých studií byly po dobu doktorského studia průběžně prezentovány na konferencích s geografickým a dopravním zaměřením. Přehled článků s autorským podílem je uveden níže:

KVĚTOŇ, V., CHMELÍK, J., VONDRÁČKOVÁ, P., MARADA, M. (2012): Developments in the public transport serviceability of rural settlements with examples from various types of micro-regions. *AUC Geographica*, č. 1, s. 51–63.

Podíl na výsledcích dle pořadí autorů: 40:25:25:10

CHMELÍK, J., KVĚTOŇ, V., MARADA, M. (2010): Evaluation of competitiveness of rail transport on example of connection among regional capitals in Czechia. *Národohospodářský obzor / Review of Economic Perspectives*, 10, č. 1, Masarykova univerzita v Brně, Brno, s. 5–20.

Podíl na výsledcích dle pořadí autorů: 45:30:25

CHMELÍK, J., MARADA, M. (2014): Assessment of the impact of a new motorway connection on the spatial distribution and intensity of traffic flows: A case study of the D47 motorway, Czech Republic. *Moravian Geographical Reports*, 22, č. 4, s. 14–24. DOI: 10.1515/mgr-2014-0020.

Podíl na výsledcích dle pořadí autorů: 80:20

CHMELÍK, J. (2015): Assessments of Modal Split in Long-distance Passenger Transport. *Národohospodářský obzor / Review of Economic Perspectives*, 15, č. 1, Masarykova univerzita v Brně, Brno, s. 49–69. DOI: 10.1515/revecp-2015-0011.

Podíl na výsledcích: 100

Uvedené články jsou seřazeny s ohledem na strukturu práce a dílčí cíle práce. Každý z příspěvků zároveň obsahuje, byť třeba jen okrajově, základní zarámování z hlediska studia interakcí v dopravní geografii a diskuzi podmiňujících faktorů dopravních interakcí v kontextu studované řádovostní úrovně a samotných výzkumných cílů a otázek. Společným rysem všech studií je skutečnost, že se vždy jedná o případovou studii části sídelního systému středisek Česka, s cílem demonstrovat jednotlivé metody a kriticky posoudit jejich přínos a zobecnit získané výsledky.

První z článků, který je obsahově provázán především s druhým dílčím cílem práce, tj. identifikací hlavních determinujících faktorů dopravních interakcí, je věnován vyhodnocení diferencovaného vývoje nabídky dopravní obslužnosti na úrovni obcí a jejich částí v letech 2001–2009 ve vybraných modelových mikroregionech (mikroregion Sedlčan a Ledče nad Sázavou) ve vazbě na jejich geografickou a dopravní polohu. Příspěvek shrnuje generalizovanou typologii mikroregionů Česka z hlediska

úrovně dopravní obslužnosti a poukazuje na skutečnost, že existují významné rozdíly v nabídce veřejné dopravy v závislosti na poloze vůči mikroregionálnímu středisku. Důvodem je jednak poloha obcí v dopravní síti, jednak institucionální prostředí determinující rozhodnutí o dopravním plánování veřejných služeb v přepravě cestujících. Z hlediska metodologického pohledu je přínosná skutečnost, že posuzování kvality nabídky veřejné dopravy v úrovni obcí není dostatečné v případě snahy detailně popsat reálné dopravní možnosti obyvatel především v případě venkovských obcí (viz Květoň, Chmelík, Vondráčková, Marada 2012).

Druhý příspěvek byl součástí naplnění třetího dílčího cíle, tj. představení možností hodnocení intenzity dopravních vztahů. Článek je zaměřen na hodnocení významu železniční osobní dopravy v dopravních kontaktech mezi krajskými městy Česka, která představují nejvýznamnější střediska v rámci sídelní hierarchie. Jednotlivé relace byly posuzovány k roku 2007 na základě vztahu mezi nabídkou a poptávkou po železniční přepravě. Vyhodnocení nabídky je založeno na počtech železničních spojení a vychází z předpokladu, že nabídka je ovlivněna polohou střediska v dopravní síti a jeho postavením v sídelní hierarchii. Reálnou poptávku reprezentují data o počtu prodaných jízdních dokladů. Teoretická velikost interakcí je získána aplikací gravitačního modelu. Na základě výsledného hodnocení ukazatelů nabídky a poptávky po železniční dopravě mezi krajskými městy s jejich teoretickou interakcí jsou popsány relace, kde je poptávka ve výrazné míře pod, resp. nad úrovní reálné nabídky spojení a teoretické vazby, která je založena na významu středisek a jejich časové dostupnosti při využití železniční dopravy. V závěru článku jsou s použitím získaných výsledků nastíněny možnosti rozvoje železniční infrastruktury ve vybraných relacích ve vztahu k dopravnímu plánování (viz Chmelík, Květoň, Marada 2010).

Navazující studií je třetí příspěvek, který se zabývá problematikou hodnocení změn prostorové distribuce a intenzity dopravních vztahů, konkrétně v případě nových dálničních spojení. V obecné rovině jsou představeny základní možnosti hodnocení přímých dopadů dálnic na dopravní interakce včetně jejich prognózy, která je významná z hlediska evaluace potřebnosti stavby. Jádrem příspěvku představuje konkrétní případ hodnocení změn prostorové distribuce intenzity silniční dopravy v souvislosti se zprovozněním dálnice D47 (resp. D1) v úseku Lipník nad Bečvou – Ostrava, která je součástí evropské sítě TEN-T. Cílem je především srovnání dopravních poměrů v oblasti před a po zprovozněním dálnice na základě dat o intenzitě dopravy. Reálná data o zatížení dálničních úseků jsou zároveň komparována s oficiální prognózou Ředitelství silnic a dálnic ČR a s vlastní prognózou, která je založena na aplikaci základního tvaru gravitačního modelu v oblasti. Výsledky analýzy potvrdily intuitivní předpoklady o změnách v prostorové redistribuci dopravních proudů. Na jejich základě byly v obecné rovině identifikovány a kriticky zhodnoceny hlavní přínosy a nedostatky přístupů založených na modelování (viz Chmelík, Marada 2014).

Poslední (čtvrtý) zařazený příspěvek je svázán s čtvrtým dílčím cílem, tj. představením základních možností hodnocení dělby přepravní práce („modal split“) hlavních dopravních módů, které bylo provedeno na příkladu vybraných dálkových spojení center v Česku včetně identifikace hlavních determinujících faktorů. V samotné analýze

byla posuzována konkurenceschopnost železniční dopravy ve vztahu k autobusové a individuální automobilové dopravě, přičemž byly vybrány především relace s potenciálem železniční dopravy. V rámci vybraného souboru relací je aplikován logitový model, do kterého prostřednictvím finančního vyjádření generalizovaných nákladů vstupují především časové (doba jízdy, frekvence spojů veřejné dopravy) a finanční ukazatele (samotné náklady na přepravu). Smyslem analýzy bylo ověřit zvolený postup na přepravně podobných relacích a poukázat na možnosti komplexního posouzení „modal splitu“ hlavních dopravních módů v Česku. Získané výsledky pak umožnily navrhnout možnosti dalšího vývoje studované problematiky (viz Chmelík 2015).

Zařazené články vznikly především za podpory vědeckého projektu Grantové agentury České republiky č. P404/12/1035 „Prostorová dynamika dopravních vztahů v sídelním systému Česka“ (hlavní řešitel Miroslav Marada) a částečně také juniorského badatelského projektu Grantové agentury Akademie věd č. KJB301110801 „Využití veřejné a individuální dopravy k dojížděcí za prací v Česku a jeho geografické podmíněnosti“ (hlavní řešitel Viktor Květoň).

DEVELOPMENTS IN THE PUBLIC TRANSPORT SERVICEABILITY OF RURAL SETTLEMENTS WITH EXAMPLES FROM VARIOUS TYPES OF MICRO-REGIONS

VIKTOR KVĚTOŇ, JAKUB CHMELÍK, PETRA VONDRÁČKOVÁ,
MIROSLAV MARADA

Charles University in Prague, Faculty of Science, Department of Social Geography and Regional Development

ABSTRACT

This article seeks to explore differentiated developments in transport serviceability at the level of municipalities and their sub-divisions in Czechia from 2001 to 2009. Two different peripheral rural micro-regions – Sedlčany and Ledeč nad Sázavou – were selected for evaluation. The analysis is based on a number of statistical indicators, such as the index of change between 2001 and 2009 and the coefficient of variability. It is typical for these rural micro-regions that bus transport comprises the backbone of the service network, while railway connections directly impact the “modal split” only in a few small municipalities located along a railway line. In general, a higher degree of fragmentation of the settlement system negatively impacts the provision of transport serviceability by means of public transport.

Key words: transport serviceability, public transport, individual automobilisation, parts of municipalities, commuting

1. Introduction

The transport serviceability of rural areas has ascended dramatically to the forefront of interest both for researchers and the general public, immediately after 1989, when massive decreases took place in the number of public transport connections in Czech settlements, resulting in – at that time, unusual – pressure on municipality budgets. While numerous studies (e.g. Seidenglanz 2001; Marada and Květoň 2006, etc.) confirm that the situation has gradually stabilised, since the mid 1990s, residents have become accustomed to a new situation and, with the transfer of the organisation of regional transport serviceability from district authorities to regional authorities after 2005, a certain optimisation of transport links has occurred. At present time a slight decrease in mass transit still continues in outlying municipalities. A number of municipality centres are without public transport connections on weekends (for instance, in 2007, more than half of all municipalities with less than 3,000 residents; for more, see Marada and Květoň 2008), still more desperate is the situation in various settlements, or rather parts of municipalities, which even on weekdays have no public connections. In essence, the only means of mobility in these rural settlements is the utilisation of individual automobile transport.

The distribution of the automobilisation of households in Czechia (2001) has been repeatedly described (e.g. Marada and Květoň 2009) as something of a gradient: southwest Bohemia (and large cities) have higher rates of automobile ownership, while northeast Moravia and Silesia exhibit lower degrees of automobilisation. A gradient describing the average number of daily public transport connections, departing from

municipalities, shows a roughly opposite orientation, meaning that districts with insufficient public transport serviceability have a higher rate of automobilisation, which likely denotes a means of compensation for the lessened availability of mass transit (for more, see, e.g. Květoň 2006; Marada and Hudeček 2006). When evaluating at the municipality level, utilising LISA autocorrelation analysis (for more, see Marada and Květoň 2009), the indicated “zonality” of automobilisation from southwest to northeast is not so clearly evident. The gradient’s “smooth flow” is particularly interrupted by the less car-equipped basin area of northern Bohemia. In addition, a belt of highly automobilised municipalities, extending from the Mladá Boleslav region through the Prague agglomeration and on to České Budějovice, can be observed. It is likely that the degree of automobilisation in areas surrounding the most significant centres of settlement could be influenced by the process of suburbanisation. In contrast, in terms of the nature of rural space, this could be caused more by a need to compensate for the insufficient availability of public transport (see also the average age of automobiles in Czechia’s rural areas; e.g. Květoň 2006). LISA analysis also exhibits the high availability of public transport serviceability in the municipalities of south-eastern and central Moravia, surrounding Prague and in the Most and Karlovy Vary regions. On the other hand, the low availability of public transport is characteristic of the municipalities of central and southern Bohemia and Vysočina, especially in areas located along the administrative borders of regions (the so-called inner periphery of Czechia).

In earlier studies (Marada and Hudeček 2006; Marada and Květoň 2006 etc.), the size of a municipality’s population was designated as a significant factor in determining

the quality of transport serviceability. This is basically a key economic factor, because it is (simplistically) true that a larger number of potential customers is more likely to cover the expenses for a connection or, at least, to ensure smaller losses. Nutley (1998), for example, symptomatically summarises the influence of the number of customers on the quality of transport serviceability in the form of a so-called vicious cycle of transport serviceability. The loss of a portion of its ridership leads to decreases in a connection's profitability, for which a transport company generally compensates by eliminating infrequently used connections. By so doing, however, the company lowers the quality of its service, which leads to further decreases in customers. The size of a municipality also partly influences the degree to which households are equipped with automobiles, although the intensity of this observation is more random than in the case of public transport. The character of a settled area is certainly significant, as people in a fragmented settlement are generally more likely to have access to an automobile than people in a more compact settlement; a trend that supports the notion of compensation for insufficient public transport serviceability. The fact that supply and demand for public transport are not always in mutual agreement (see Marada et al. 2008) indicates that differences in the expressions discussed are, naturally, also influenced by factors of a subjective nature. These frequently hard to measure factors include, for instance, the individual decisions of users concerning the means of transport used, traditions in the transport behaviour of a local community and even decisions made by relevant institutions in planning transport serviceability.

Social exclusion is an aspect closely related with the issue of transport serviceability and accessibility. Toušek (2007) states that the term social exclusion has, due to its perceived urgency, become a favoured research topic in recent years and even a subject of interest among the general public. He provides a general definition for this relatively new term: "We understand it as a process, in which individuals or entire groups are forced to the fringe of society and that access to resources, which are available to other members of society, is limited or obstructed" (Toušek 2007: 2). So-called spatial exclusion is considered to be one specific case of social exclusion, which is generally connected more with poverty, minority religious convictions, national minorities or specific social groups within a society. Spatial exclusion can be defined – in the sense of the definition given above for social exclusion – as a type of social exclusion caused primarily by a remote location from primary societal activities or individual needs. Causes for social exclusion are usually both external and internal in nature. In the case of spatial social exclusion, external influences, meaning influences that are very difficult for excluded persons to influence, can include the peripheral location of a residence itself, which is related to the location of basic services, the location of employment opportunities, etc. Other

factors that cannot be altered include the age of residents, which determines their transport possibilities (children and youth cannot drive an automobile; the same is true for many of the elderly and even for some individuals in an economically active age category). In contrast, internal causes, meaning manifestations resulting from the actions of the excluded persons themselves, include, for example, a lack of motivation to overcome spatial exclusion through one's own efforts, etc. In remote settlements, we can of course point to a generally high level of determination by external causes and to weak possibilities for overcoming spatial exclusion through the mobilisation of internal potential. Using an automobile remains the only practical option. Dargay (2002) presents foreign experience and confirms that the motorization in rural areas is higher than in cities, with not only the overall level, but motorization is also higher in all age cohorts of the population. The author analyzed the different age groups productive as well as post-productive age and emphasizes higher household car ownership in all cases. Similarly Whelan (2007) confirms the relatively low rate of household goods vehicles in urban area and population centres of settlements. In context of foreign experience may be in the future in the Czech rural areas peripheral to assume increasing dependence of local people on a passenger car, which (is) the expression of the compensation process. Important conditioning factors of motorization are also household characteristics such as presence of children, the position of parents at work, household size, etc. (Nolan 2010). However, much research is devoted solely to influence of accessibility passenger cars on employment and empirically demonstrate the most positive influence (for example Gurley and Bruce 2005). Holzer et al. (1994), who empirically verified that the passenger car ownership negatively associates with the length of unemployment and a positive relationship is demonstrable on the amount of monthly wages. This is also confirmed by Ong (1996), in addition to positive effects on employment also confirmed the link with higher monthly income.

In recent years, J. Musil (e.g. 2008) has systematically examined the geographical dimension of social exclusion by focusing on issues concerning Czechia's so-called internal peripheries. He notes that these areas are characterised by their long-term, very low quality of life and that their isolated inhabitants face problems of unemployment, insufficient access to services, poor or nonexistent infrastructure, etc. Research conducted by the Faculty of Sciences at Charles University in Prague also confirms the existence of these characteristics in internal peripheries (Jančák, Chromý, Havlíček and Marada 2008).

This article, therefore, seeks to explore differentiated developments in transport serviceability at the level of municipalities and their sub-divisions, in light of their transport situation, from 2001 to 2009, in selected model, and categorically different, micro-regions. In connection with this stated objective, significant differences

can be presumed to exist in the availability of public transport connections, depending on a settlement's position as compared with the main micro-regional centre. And significant influence can be assumed also in context with transport position, meaning a municipality's, or rather its part's, location on a given type of transport route.

2. Methodology and databases

From a methodological standpoint, the territorial units evaluated should be emphasised and explained. The selected micro-regions were defined as part of a socio-geographical regionalisation in Czechia on the basis of the prevailing direction of work commutes (see Hampl 2005). The actual selection of the micro-regions is based on a typology of micro-regions in Czechia, which Marada and Květoň (2009) created with a cluster analysis of size-significant and structural characteristics of the availability of transport possibilities in all of the micro-regions in Czechia. Additional details, concerning both the characteristics of the created typology and justification of the micro-regions selected as model areas for this article, shall be included in the following section. The essential factor for the selection of micro-regions, in addition to the typology, was also the character of settlement and in such sense the fragmented settlement structure with a high number of municipality parts. Both regions have similar physical-geographical conditions, regions are peripheral in the Czech Republic, but Sedlčany has better position to Prague as macroregional centre, which could be reflected in the quality of transport services.

Two categorically different micro-regions – Sedlčany and Ledec nad Sázavou – were selected for evaluation of transport serviceability. These are peripheral, rural regions, exhibiting differing characteristics of transport serviceability. The Sedlčany micro-region was selected as an example of a rural micro-region that was classified into cluster 2 in cluster analysis (see Fig. 1) while Ledec nad Sázavou is part of cluster 1. However, in addition to defining micro-regions, it is also necessary to define the geographical level of the units observed, indicators for evaluation and the overall approach of the evaluation, itself. The various parts of municipalities in the defined micro-regions comprise the level for observation. Up to the present time, the majority of transport geography analyses have focused on the evaluation of transport possibilities at the municipality level. Nonetheless, Květoň (2006), for example, points out significant differences in transport serviceability within individual municipalities and their parts. For this reason, we proceeded with our analysis at this lowest scale level. According to the Czech Statistical Office (CZSO), there were 6,249 municipalities, divided into 11,498 parts, in Czechia as of 1. 1. 2008 (CZSO Lexicon of Municipalities 2008). This means that there are, on average, 1.8 parts for every municipality.

Naturally, in light of the differentiated structure of settlement in Czechia, significant differences exist, wherein, for example, large villages in southeast Moravia are also municipalities, while municipalities in Bohemia's internal peripheries can include as many as ten settlements. As the correlation relationship indicates (Marada and Květoň 2009), municipalities with a higher elevation, meaning a less-favourable geographical conditions, include a higher number of parts.

Data on the availability of transport connections was acquired from the company CHAPS Brno, s.r.o., which administers electronic timetables in Czechia. It should be emphasised here that we succeeded in acquiring data, expressing the availability of public transport services in each of the reference years (2001, 2003, 2005, 2007 and 2009), which makes it possible to evaluate changes in the development of transport serviceability at the level of municipality parts. For these settlement units, data indicating the overall number of departing public transport bus¹ and railway² connections was available. Public transit connection departures were ascertained, for each year, for a selected working day,³ but also for a selected Saturdays and Sundays.

An index of change, between 2001 and 2009 in terms of available public transport services (bus + "un-weighted"⁴ railway transport), was calculated from the data acquired. The calculated indices are expressed graphically in cartograms, which also portray the transport network. This makes it possible to evaluate the availability of transport services in the context of a settlement's transport situation. The structure of public transport is expressed in the cartograms with localised diagrams, which indicate the volume of available public transport and, as the case may be, the division of bus and railway services.

The next step involved the creation of a coefficient of variability, relating to the transport serviceability in each of the various municipality parts. This coefficient was calculated as the difference between the maximum and minimum value of serviceability within a municipality divided by the average number of connections for all parts of the municipality. The resultant values of the calculated coefficient were again expressed graphically in a map, making it possible to identify primary differences among municipalities.

¹ Bus connections were divided into two categories. The first category includes all local bus connections, while the second totals the number of departures of long-distance bus transport.

² Railway connections were also divided into two main categories – local railway connections and the number of express train departures from every part of each municipality.

³ The data is always related to a standard working day (a Wednesday in April/May), which is not affected by any exceptions in the timetables (summer vacation, state holidays, etc.).

⁴ Some articles in transport geography (e.g. Marada et al. 2008) attribute extra weight to railway connections. The reason for this is the lower frequency and greater carrying capacity of trains, when compared with bus connections. However, because the number of express trains in the observed micro-regions is minimal, no weighted coefficient has been applied to train connections.

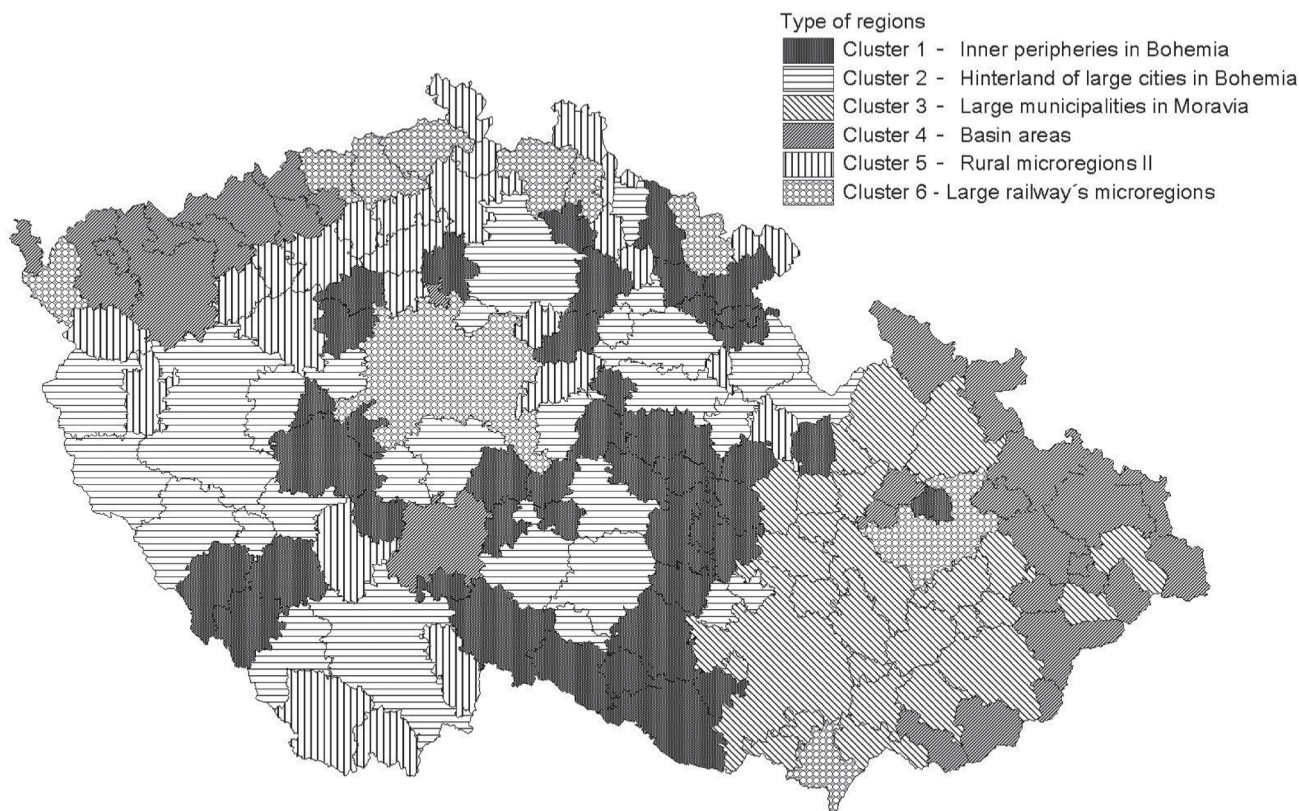


Fig. 1 Typology of regions in terms of the availability of transport opportunities. Source: results of a cluster analysis using SPSS 12.0, Population and Housing Census 2001 (CZSO), electronic IDOS timetable (CHAPS Brno)

The final part of the evaluation focused on changes in the availability of public transport at the level of the two micro-regions. In particular, developments in central municipalities were distinguished for comparison with developments in parts of municipalities (in all of the evaluated years). An average value of public transport availability was also calculated for “core” municipalities along with an average value of availability in corresponding parts of municipalities. Both indicators were calculated for a working and a weekend day (Wednesday and Saturday). The development graphs, therefore, present a mid-range comparison of central municipalities and their sub-parts, in terms of the availability of public transport.

3. Typology of micro-regions in Czechia in terms of public transport availability

As stated in the previous section, case studies were implemented for two categorically different micro-regions in Czechia. Marada and Květoň (2009) carried out a cluster analysis, from which a typology or a classification of micro-regions, in terms of transport availability and its differentiation throughout Czechia, was created. The typology pinpoints both structural characteristics,⁵ as well as indicators of volume,⁶ to express the actual availability of transport opportunities. The result is a transport-geographical classification of micro-regions, which defines six different types. The resultant clusters generally form connected areas and can be characterised, in terms of transport availability, by certain unique traits. The first cluster can be simple labelled as Bohemia’s internal periphery. The second cluster is comprised primarily of micro-regions in the hinterland of large cities in Bohemia. The third is typical for micro-regions in southern and central Moravia. The fourth cluster is no less significant and includes basin areas in Bohemia and Silesia. The fifth cluster is again apparent in rural areas in Bohemia and a unique cluster is comprised of micro-regions, which are typical large railway centres (see Fig. 1). More detailed characteristics of the various clusters are described in Marada and Květoň (2009).

⁵ The authors’ structural transport characteristics include the portion of households equipped with one or more automobiles, the portion of train and bus connections from the total number of available public transport connections.

⁶ Indicators of volume express the significance of available transport and were calculated here as the aggregate of railway transport (the sum of the number of local connections and three times the number of express connections) along with the number of bus connections (the sum of local and un-weighted, long-distance connections). Also, an aggregate of individual automobile transport, expressed as the sum of the number of households with one automobile and two times the number of households with two or more automobiles, was calculated (Marada and Květoň 2009).

The Sedlčany micro-region was selected as an example of a rural micro-region that was classified into cluster 2 (see Fig. 1) while Ledec nad Sázavou is part of cluster 1. The rate of automobilisation in both areas is similar (approx. 63%); however, significant differences should be evident in the public transport services available. The share of bus transport dominates within cluster 1, while railway transport is also characteristic for cluster 2. Because our aim is to pinpoint differentiated developments at the level of municipalities and their parts, in light of their transport situation during the period from 2001 to 2009, it was necessary to adapt the selection of both micro-regions to this objective.

4. Changes in transport serviceability in the Sedlčany micro-region

The Sedlčany micro-region is made up of 20 municipalities, two of which have city status – Sedlčany (7,700 inhabitants) and Sedlec-Prčice (2900 inhabitants). It is a typical area of the internal periphery along the border of the Central Bohemia and Southern Bohemia Regions, characterised by a high degree of fragmentation of municipalities – e.g. Sedlec-Prčice is comprised

of 36 municipal parts. The micro-region's territory is transected by roadway I/18 Příbram – Sedlčany – Votice in a west-east direction, and in a north-south direction, by roadways II/119 Dobříš – Sedlčany, II/120 Sedlčany – Sedlec-Prčice and II/105 Jílové u Prahy – Sedlčany – Milevsko. The Sedlčany – Kosova Hora segment continuing on to Olbramovice is serviced by a regional railway, which connects at the Olbramovice station with the Prague – Benešov – Tábor – České Budějovice rail line.

A significant indicator, which was not specifically quantified and which can, nonetheless, be derived from the cartographic representations, is the situational attractiveness of each municipal part. It can be expressed, for instance, as the distance in kilometres from Sedlčany, but, simultaneously, as the situation in respect to roadways, specifically the distance to the nearest class I roadway. Rölc (2004), for example, highlighted situational attractiveness in his analysis of transport-settlement issues in two model territories from the Jablonec nad Nisou and Kutná Hora districts, respectively. Such evaluation can be carried out in this article on the basis of the cartogram depicting the availability of public transport services (see Fig. 2).

In terms of the transport serviceability of municipalities and their parts in the Sedlčany micro-region, changes

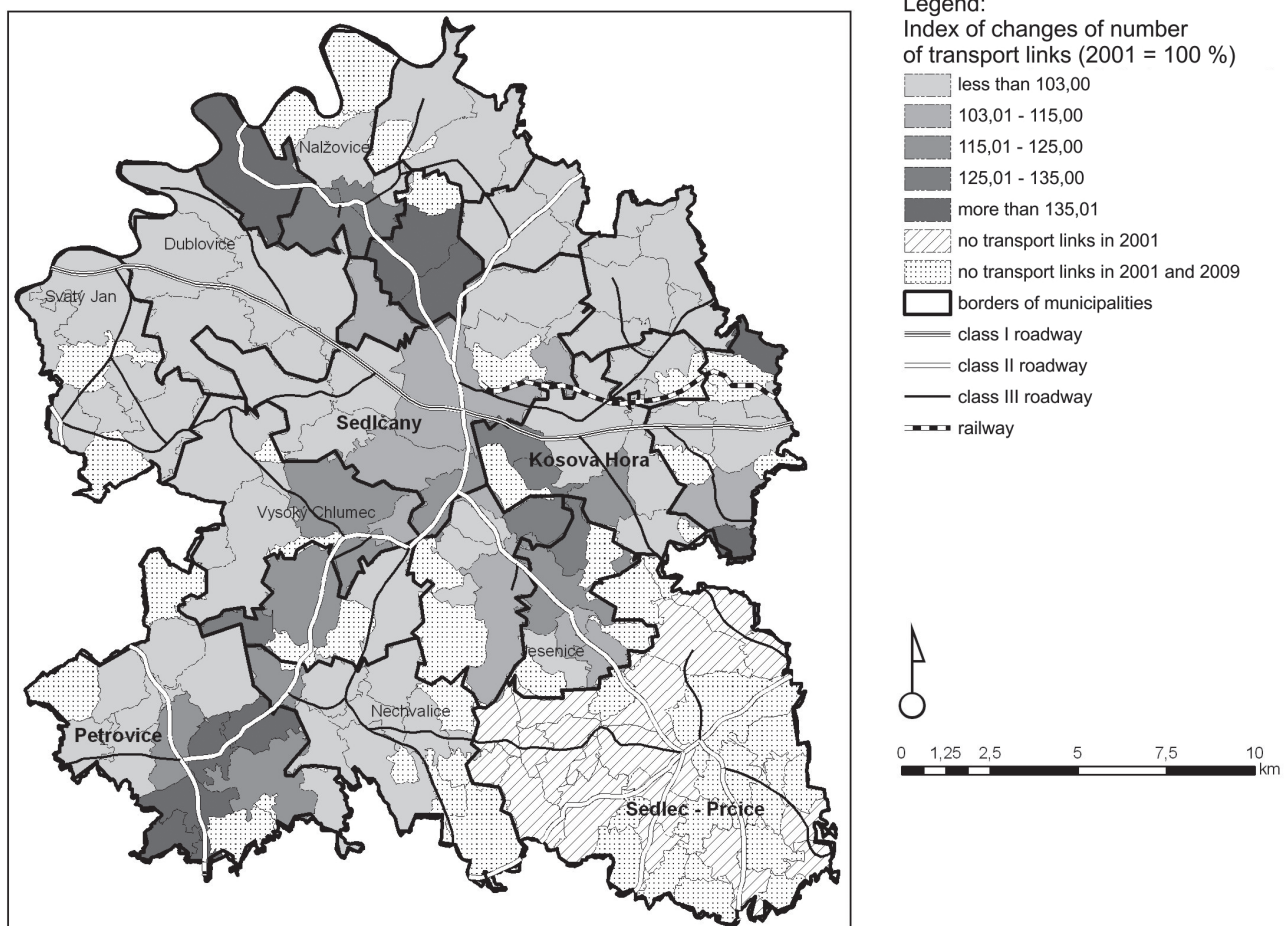


Fig. 2 Index of change in public transport availability in the Sedlčany micro-region Source: data provided by CHAPS Brno, s.r.o., own calculations

occurred during the observed period (2001–2009) in the volume of connections available, especially in the parts of municipalities transected by class II roadways 119 and 105 in the Dobříš – Sedlčany – Milevsko and the Sedlčany – Jesenice directions, respectively. In the case of the increase in the north-south direction, this result is influenced by the incremental discontinuation of the Prague – Sedlčany – Petrovice – Milevsko bus line, the volume of which had been increased.

In addition to municipalities with increasing (roughly 30% of the municipal parts) or stagnating (40%) public transport availability, a number of municipal parts (30%) exist, in which no basic public transport services were observed during the specified period. These are primarily municipal parts of Sedlec-Prčice, but there are also a number of other municipal parts (see Fig. 2), in which no public transport connections were observed in 2001 or 2009.

Territorial differences in the availability of public transport connections in 2009 are determined by the horizontal transport situation and the significance of the population core settlements. The greatest volume of public transport is evident in the central part of Sedlčany (127 connections, 9 of which are train), Sedlec, Svatý Ján and other locations surrounding significant

transport flows – consider the arterial road connections Prague – Nalžovice – Sedlčany – Petroviče – Milevsko and Sedlčany – Dublovice – Příbram as well as the railway connection Sedlčany – Kosova Hora – Vrchotovy Janovice – Olbramovice. In terms of the division of transport services by type, buses form the backbone of transport serviceability in the region, with the exception of municipalities along railway line 223, where in certain cases only train connections are available. An increased transport serviceability is typical in the hinterland of more significant municipalities, where transport lines from various directions often accumulate. Therefore, even settlements with small populations in the hinterland of Sedlčany are better served by public transport than similar-sized settlements near the borders of the micro-region.

Relatively high variability in the number of connections was measured in municipalities with greater numbers of inhabitants which were, simultaneously, highly fragmented, wherein the part of the municipality that contained its municipal authority proved to be best served. The greatest variability was, consequently, recorded in Sedlec-Prčice (36 municipal parts), and then in Petrovice (18 parts), Sedlčany (10 parts), Vojkov (9 parts) and Svatý Ján (8 parts).

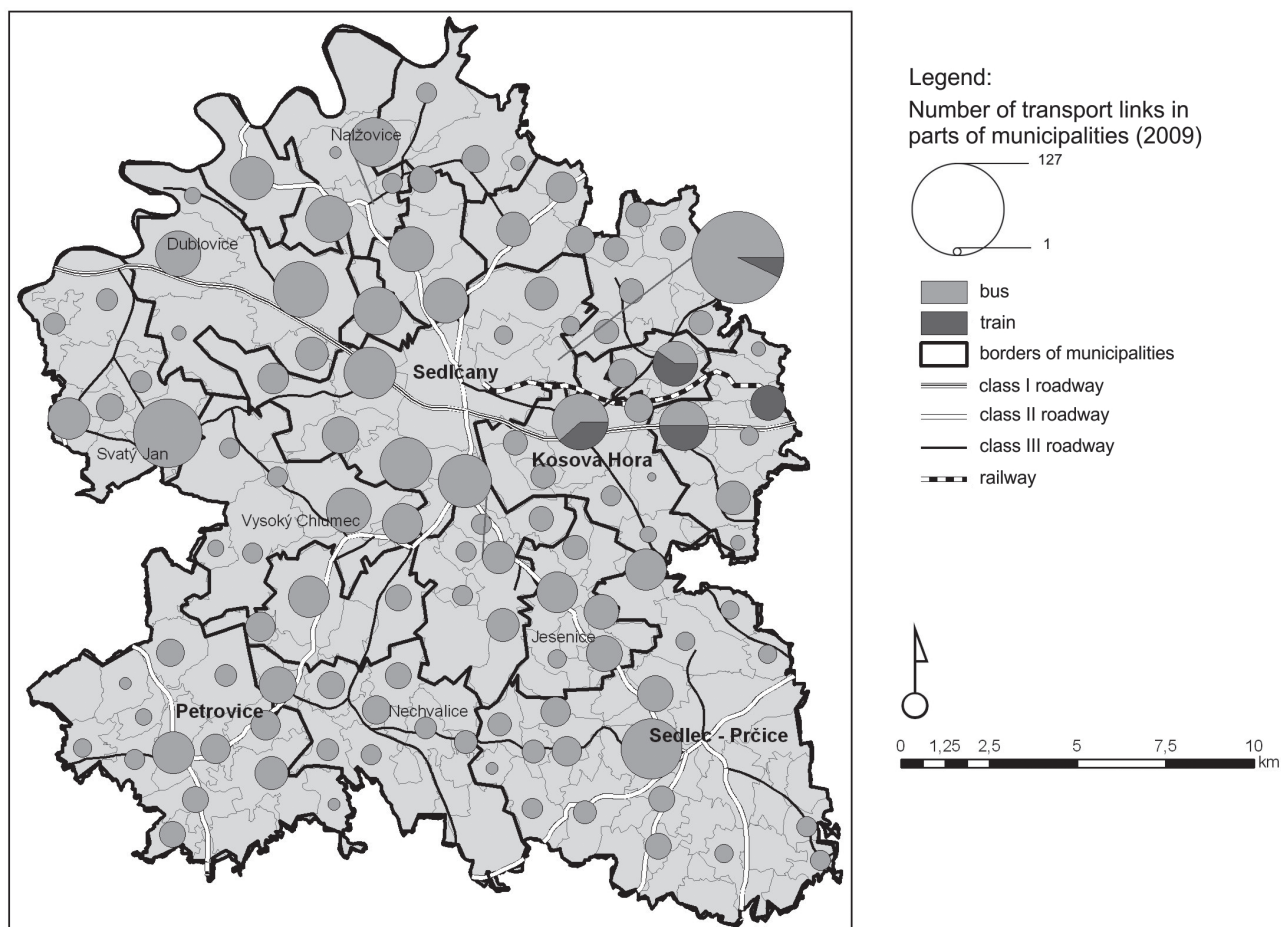


Fig. 3 Available public transport services in the Sedlčany micro-region in 2009. Source: data provided by CHAPS Brno, s.r.o., own calculations

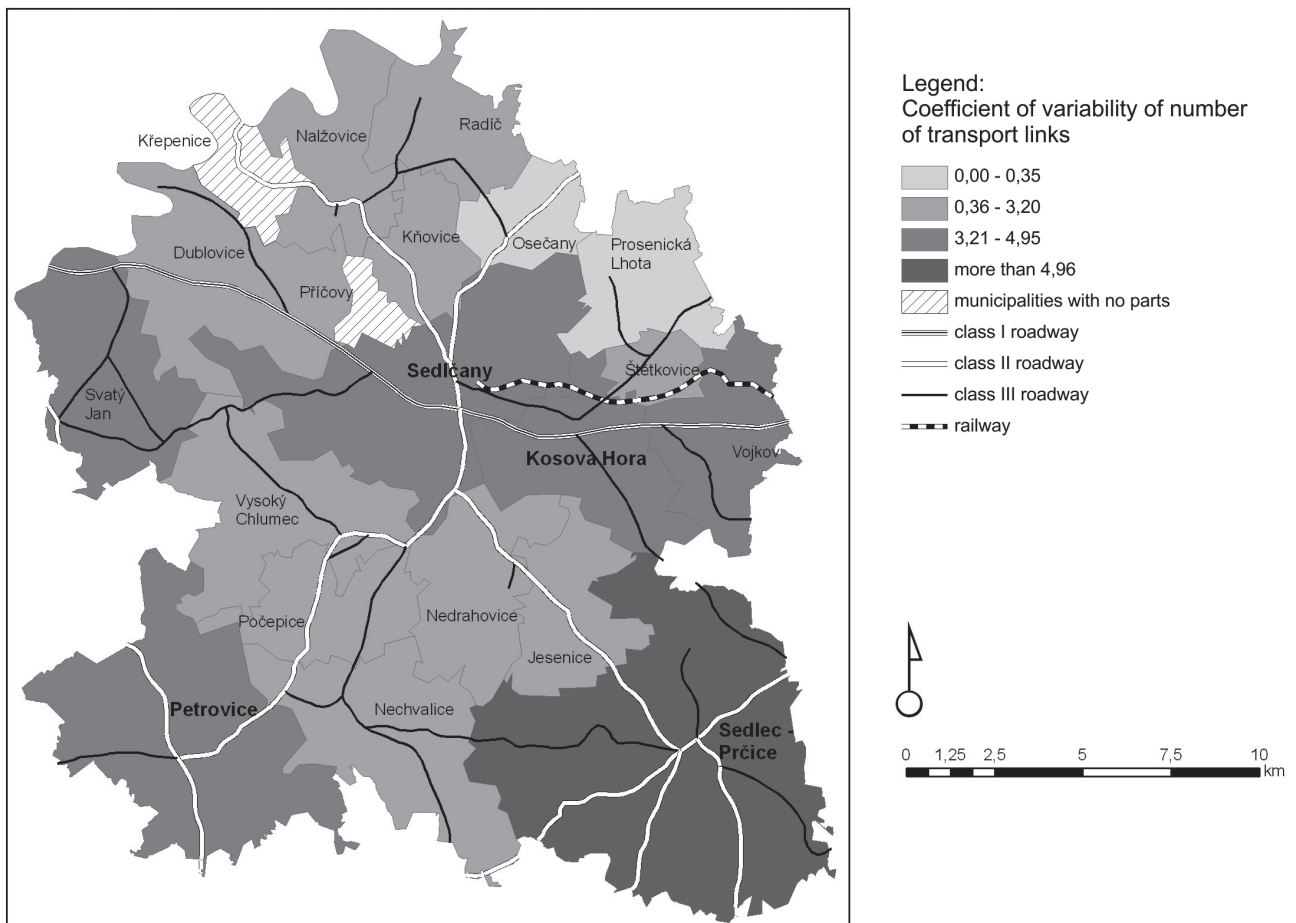
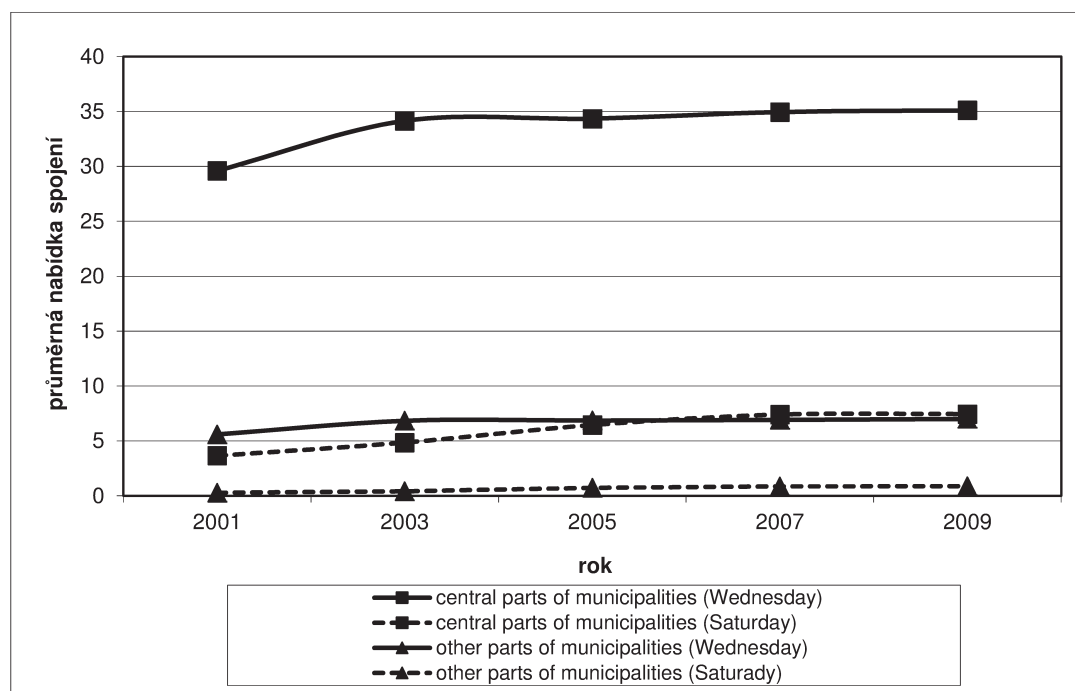


Fig. 4 Coefficient of variability in public transport availability in 2009

Note: The coefficient was calculate as the maximum "minus" the minimum value of serviceability within a municipality "divided by" the average number of connections for all parts of the municipality. Source: data provided by CHAPS Brno, s.r.o., own calculations



Graph 1 A comparison of developments in transport serviceability in municipalities and their parts in the Sedlčany micro-region from 2001 to 2009. Source: data provided by CHAPS Brno, s.r.o., own calculations

A significant difference between central and other parts of a municipality is also evident in Graph 1, which indicates, moreover, that the transport serviceability of a municipal part on a working day is similar in volume to the amount of connections in central parts of the municipality on Saturday. The development trends depicted are in line with earlier results, i.e. showing a slight increase in the availability of connections over the entire observed period. It is clear, therefore, that the past eight years have seen improvement (or at least maintenance) of the transport serviceability; nonetheless, spatially outlying parts of municipalities are generally served at a minimum if at all. The residents of such settlements are primarily dependent on individual automobile transport. Developments in the availability of public transport in municipal parts on the weekend only confirm the already stated realities (see e.g. Marada and Květoň 2008), i.e. that a significant portion of municipalities with less than 3,000 inhabitants are left without any connections on weekends. The Sedlčany case study confirms this observation, even in light of long-term developments.

In the context with the above-mentioned analysis of transport services we should give some demographic indicators for selected microregion. Transport supply and its differentiation plays an important role especially for students and retirees. Share of both groups is even, and it is at about 17–18%. It is important to note that the share of people living in parts of municipalities with less

than 100 inhabitants is almost 20%. The previous analysis showed that it is very low supply of public transport in these parts of the municipalities. Therefore people are dependent mainly on the private car.

Tab. 1 Basic demographic and settlement indicators

average size of central part of municipality	736
share of inhabitants living in municipality parts with less than 100 inh.	19.87%
average population size of other municipality parts	55
share of inhabitants 0–14 years old	17.23%
share of inhabitants 60+ years old	18.02%

Source: own calculation based on data from Czech statistical office

5. Changes in transport serviceability in the Ledec nad Sázavou micro-region

In the Ledec nad Sázavou region, most municipalities, along with their parts, saw increases in the number of public transport connections, during the observed period (2001–2009). The increases occurred primarily in the western part of the territory, which contains municipalities with larger populations (three of the region's five municipalities with more than 500 inhabitants; namely Dolní Kralovice, Loket and Hněvkovice) that are situated

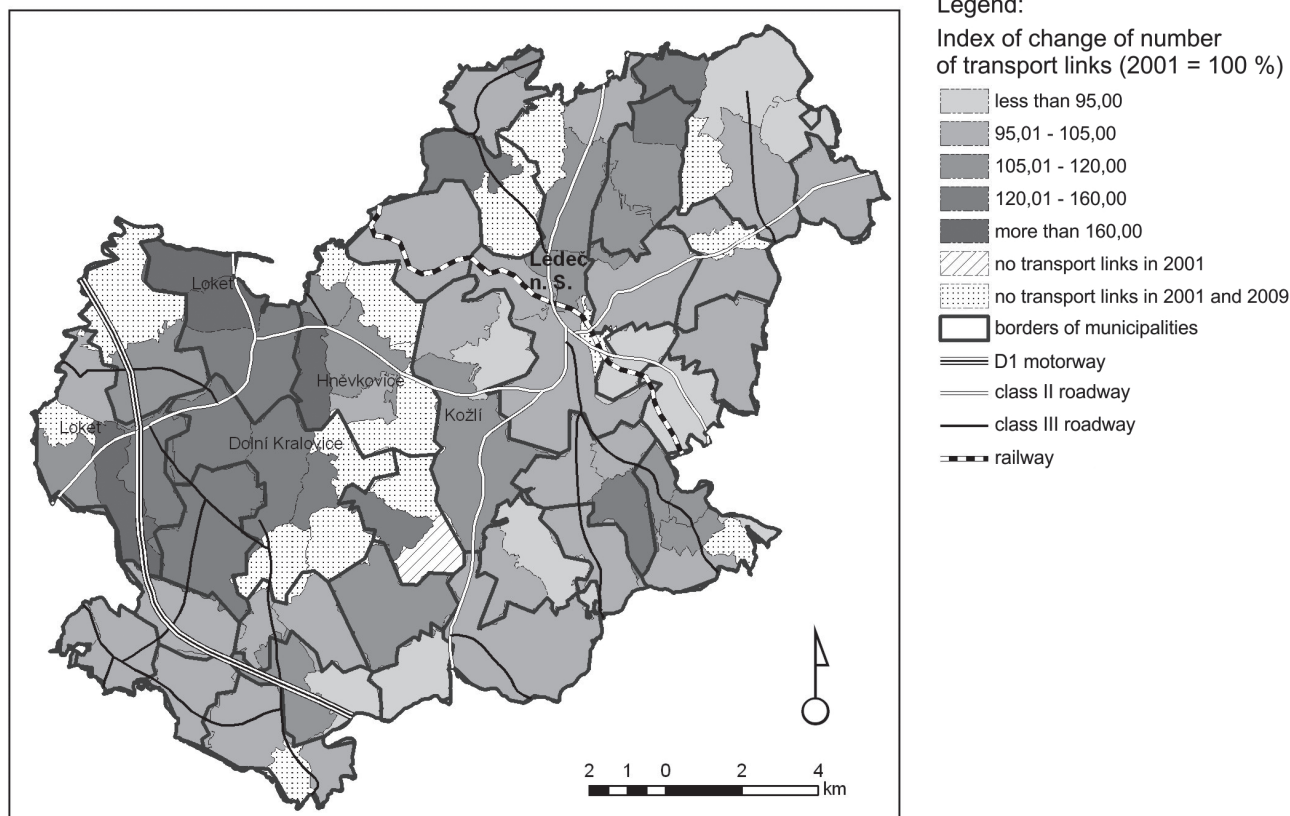


Fig. 5 Index of change in public transport availability in the Ledec nad Sázavou micro-region. Source: data provided by CHAPS Brno, s.r.o., own calculations

near the D1 motorway. These two factors in particular, municipal population and advantageous transport situation, play a role in the number of public transport connections in a municipality, or in its parts. The population of a municipality, which also expresses the volume of demand for public transport, is considered the more significant of the two factors. The increase in the number of public transport connections was also evaluated in light of the localisation of larger employers and the resultant increased level of commuting into the municipalities, or parts of municipalities, in question. This relationship, however, was not verified through our observations. Within the more populated municipalities of the region mentioned above, central parts of these municipalities experienced growth in the number of public transport connections, on the one hand, as did municipal parts with minimal amounts of inhabitants, on the other. Increases in these municipal parts are often caused by the allocation of one connection, which when considered in relative values has a very high weight. Such is the case of municipal part Leština, within Kozlov Municipality, which is located north of Ledec nad Sázavou.

A fifth of the parts of municipalities in the micro-region (i.e. 17 parts) were not served by public transport in 2001 or in 2009. The largest municipal part with this problem, in terms of population, is Horní Ledec in Ledec nad Sázavou with 585 inhabitants. As is very evident from Figure 5, however, Horní Ledec is a very small territory, which borders on the central part of the

municipality – Ledec nad Sázavou. Public transport serviceability is, therefore, available from the centre of the city, which is within walking distance for the inhabitants of Horní Ledec. Other municipal parts in the region, which are not equipped with basic transport serviceability, are parts with very low numbers of inhabitants: 25 people on average. The only municipal part which saw an increase in the number of public transport connections, and which had no connections in 2001, is Dolní Rapotice in Šetějovice Municipality, a settlement with 32 permanent inhabitants. These particular municipal parts, however, are inhabited by residents, who are forced to use their own automobiles to achieve transport mobility.

In terms of the number of public transport connections in 2009, no significant disparity is evident. The central part of Ledec nad Sázavou has the largest public transport serviceability (96 connections, 21 of which are train connections), followed by Dolní Kralovice, Loket and Hněvkovice, as municipalities with significant local populations. Bus connections form the backbone of basic public transport serviceability, due to the fact that a railway line is only accessible to the inhabitants of five municipalities in the region. Figure 6 confirms that most public transport connections are tied to the most populated municipalities, or their parts, and to those municipal parts, which are located on or near a class II or higher roadway, or near a railway line. The transport situation of a municipality or its part, therefore, plays

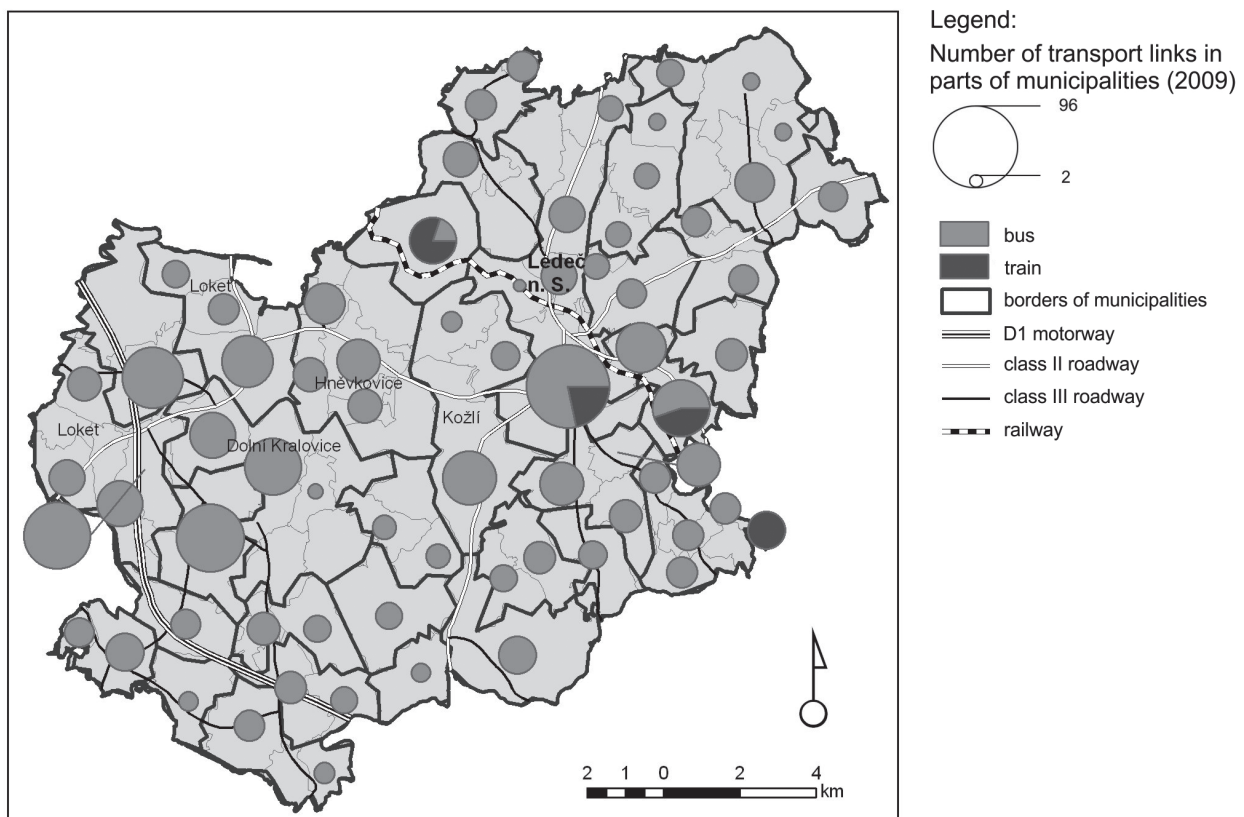


Fig. 6 Available public transport services in the Ledec nad Sázavou micro-region in 2009. Source: data provided by CHAPS Brno, s.r.o., own calculations

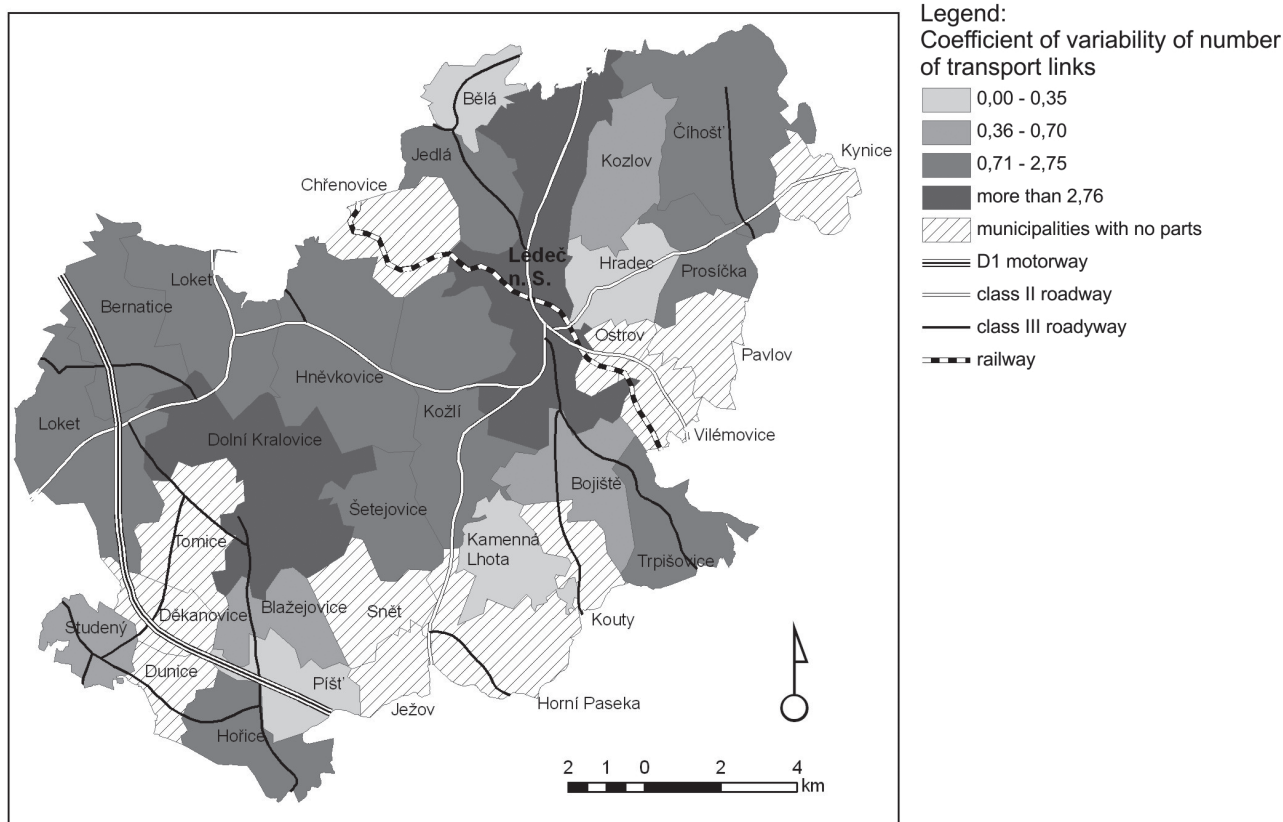
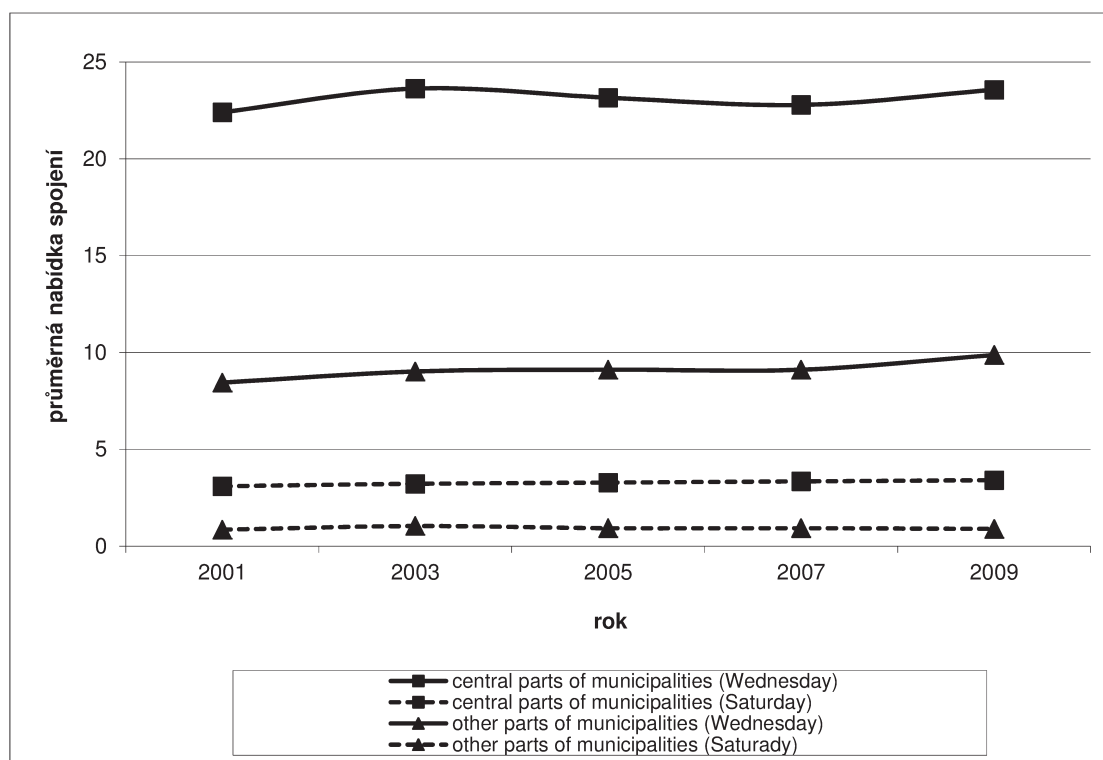


Fig. 7 Coefficient of variability in public transport availability in 2009

Note: The coefficient was calculate as the maximum “minus” the minimum value of serviceability within a municipality “divided by” the average number of connections for all parts of the municipality. Source: data provided by CHAPS Brno, s.r.o., own calculations



Graph 2 A comparison of developments in transport serviceability in municipalities and their parts in the Ledec nad Sázavou micro-region from 2001 to 2009

Source: data provided by CHAPS Brno, s.r.o., own calculations

a significant role in securing the transport serviceability of the area.

When observing variability in the number of connections within the various municipalities, a trend similar to observations from the Sedlčany micro-region became evident. The coefficient of variability increases along with the population of a municipality and with its division into multiple parts. The greatest variability, therefore, was recorded in the case of Ledec nad Sázavou (6,127 inhabitants live in 7 municipal parts) and Dolní Kralovice (905 permanent inhabitants in 6 municipal parts).

The lower average availability of connections in parts of municipalities, in contrast with municipalities that house a municipal authority, is also evident from Graph 2, which portrays this difference over time (2001–2009). A significant difference in transport serviceability can also be observed between working days and weekends, when the availability of connections is minimal. In spite of the slight decrease in the average availability of transport connections in 2007, the overall stability of transport serviceability in the model territory can be confirmed. A key question for the future, however, remains the provision of access to spatially remote parts of municipalities, whose inhabitants are, at present, solely dependent on personal automobile transport. It is clear that such areas are characterised by very irregular demand for public transport, which complicates the potential intensity and temporal distribution of connections, not to mention their profitability or utilisation. The question of financing additional transport serviceability, meaning beyond the extent of basic transport serviceability, falls under the competencies of the municipality, in which the settlement in question is located. In the extremely sparsely populated areas of certain states in Western Europe (Great Britain, Germany), this problem is resolved by utilising alternative methods for ensuring transport serviceability.

It is necessary to add basic demographic and settlement indicators, as in previous microregions. Share of population 60+ years old (19.82%) and the students (15.61%) shows the main groups of the population for whom public transport has especially social significance. Just such people are not often able to drive a car and they are dependent on supply of public transport. It is important to note that in municipalities and their parts up to 100 inhabitants live 15% of the population in micro-region. The lowest supply of public transport was identified just in these parts of the municipalities.

Tab. 2 Basic demographic and settlement indicators

average size of central part of municipality	426
share of inhabitants living in municipality parts with less than 100 inh.	15.23%
average population size of other municipality parts	61
share of inhabitants 0–14 years old	15.61%
share of inhabitants 60+ years old	19.82%

Source: own calculation based on data from Czech statistical office

6. Conclusions

The purpose of this article was to evaluate differentiated developments in the availability of public transport at the level of municipalities and their parts and to analyse the transport possibilities of residents in the selected micro-regions of Sedlčany and Ledec nad Sázavou. The basic spatial distribution and differences in transport circumstances, viewed at the municipality level, brought interesting results, which should be subject to further research.

On the basis of the resultant evaluation of the state and development of transport serviceability in both of the correlated micro-regions, it is possible to characterise certain common, or divergent, characteristics. At a general level, it can be stated that the availability of connections in municipalities and municipal parts increased slightly or remained stable, from 2001 to 2009. This availability is influenced primarily by the population of a municipality and its position in the transport network. It is typical for these rural micro-regions that, in terms of the division of transport by mode, bus transport comprises the backbone of the service network, while railway connections directly impact the “modal split” only in a few small municipalities located along a railway line. In addition, bus connections are often more demand driven in nature (they adapt to accommodate rush hour cycles – commute to school at 8:00, to work at 6:00, from work after 14:00, etc.). In contrast, the development of regional railway transport is oriented at accommodating the interval system of long-distance transport, i.e. regularly repeating departures throughout the civic day, wherein the various slow trains “connect” with express trains, which are operated at regular intervals.

The most significant differences in the availability of connections within the respective micro-regions are most clearly evident in municipalities with important central parts (Sedlec, Sedlčany and Ledec nad Sázavou), which concentrate service activities and which are also comprised of a high number of subordinate municipal parts. However, a noticeable difference exists between the average number of connections in central parts of municipalities and in other municipal parts. On a working day, this difference is more significant in the case of the Sedlčany micro-region (35 connections : 7 connections) than it is in the case of the hinterland of the Ledec nad Sázavou area (24 : 10). This situation is influenced primarily by the much greater fragmentation of municipalities in the Sedlčany area as opposed to the Ledec region, where the settlement structure is more favourable, in terms of transport serviceability.

In general, the claim can be made that a higher degree of fragmentation of the settlement system negatively impacts the provision of transport serviceability by means of public transport. It is, therefore, clear that, at the level of municipal parts, the exclusion of residents, caused by a lack of access to public transport, can be

observed. The high degree of fragmentation in the settlement system (especially in Bohemia) is a result of historical factors and no significant changes can be expected in the near future. Reductions to bus and railway connections were unavoidable, in light of general decreases in economically non-profitable transport routes; however, the consequences of such measures lead to serious social problems in rural municipalities, including the possible "social exclusion" of residents. Possible solutions for the transport of residents in problematic settlements include alternative methods of securing transport serviceability ("on-call buses", mini-buses, etc.). Institutional aid from a supra-municipality level in securing, at least, minimal operations of transport serviceability are a necessity in such cases.

The transport serviceability and its development over time was evaluated in this article with examples from the selected case studies. Analyses have provided interesting results, which raise a number of research questions. In terms of possible generalizations it is of course more inspiration than answers on how selecting types are internally homogeneous. The significant differentiation of transport supply in central parts of municipalities and other parts may be accepted as a generally valid. In future research, the application of a similar methodology to additional types of micro-regions would be beneficial, as would the expansion of such evaluation to include demographic indicators for municipal parts and analysis of actual transport flows in a micro-region. In terms of the provision of high-quality connections, a qualitative approach can also be suggested as a means of exploring relationships and determining factors concerning the transport serviceability of model regions.

Acknowledgements

This contribution was prepared thanks to research project number KJB301110801 Public and individual transport use for commuting to work and its geographical conditionality granted by Grant Agency of the Academy of Sciences of the Czech Republic, project number P404/12/1035 Spatial Dynamics of Transport Relationship in Settlement System of Czechia (granted by Grant Agency of the Czech Republic) and research project Regional differentiation of rural municipalities in Czechia: disparities and developmental opportunities (WD-01-07-1) granted by Ministry of Regional Development of the Czech Republic. The authors are much obliged for this kind support.

REFERENCES

- DARGAY, M. J. (2002): Determinants of car ownership in rural and urban areas: a pseudo-panel analysis. *Transportation Research Part E*, 38, pp. 351–366.
- GRAY, D., FARRINGTON, J., KAGERMEIER, A. (2008): Geographies of rural transport. In: Knowles, R., Shaw, J., Docherty, I. ed.: *Transport geographies: Mobilities, Flows and Spaces*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, pp. 102–119.
- GURLEY, T., BRUCE, D. (2005): The effects of car access on employment outcomes for welfare recipients. *Journal of Urban Economics*, 58, pp. 250–272.
- HAMPL, M. (2005): Geografická organizace společnosti v České republice: Transformační procesy a jejich obecný kontext. *Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PŘF UK, Praha*, 148 p. + maps.
- HENSHER, A. D. (2006): *Bus transport: Economics, Policy and Planning*. Institute of Transport and Logistics Studies, Faculty of Economics and Business, University of Sydney, Australia, 507 p.
- HOLZER, H. J. et al. (1994): Work, search and travel among white and black youth. *Journal of Urban Economics*, 35, pp. 320–345.
- KNOWLES, R., SHAW, J., DOCHERTY, I. eds. (2008): *Transport geographies: Mobilities, Flows and Spaces*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, 293 p.
- JANČÁK, V., HAVLÍČEK, T., CHROMÝ, P., MARADA, M. (2008b): Regional differentiation of selected conditions for the development of human and social capital in Czechia. *Geografie – Sborník České geografické společnosti*, 113 (3), pp. 269–284.
- KVĚTOŇ, V. (2006): *Hodnocení dopravních možností obyvatel v Česku: analýza okresů a mikroregionální pohled*. Diplomová práce, katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PŘF UK, Praha, 103 p.
- KVĚTOŇ, V., VONDRÁČKOVÁ, P., MARADA, M. (2008): Dopravní aspekty vztahu středisko – zázemí. In: Marada, M. et al.: *Doprava a geografická organizace společnosti v Česku*. PŘF UK, katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, pp. 72–91.
- MARADA, M., KVĚTOŇ, V. (2009): Diferenciace nabídka dopravních příležitostí v českých obcích a sociogeografických mikroregionech. *Geografie – sborník ČGS*, (in print).
- MARADA, M., KVĚTOŇ, V. (2006): Význam dopravní obslužnosti v rozvoji venkovských oblastí. *Sborník příspěvků z mezinárodní konference Venkov je náš svět*. Provozně-ekonomická fakulta, Česká zemědělská univerzita v Praze, pp. 422–431.
- MARADA, M., KVĚTOŇ, V. (2008): Importance of transport possibilities in rural areas of Czechia. recenzovaný příspěvek ve sborníku z mezinárodní konference *Countryside – our World*, ČZU, Praha, pp. 390–406.
- MARADA, M. (2006): Vertikální a horizontální dopravní poloha středisek osídlení Česka. In: Kraft, S., Mičková, K., Rypl, J., Švec, P., Vančura, M.: *Česká geografie v evropském prostoru*, elektronický sborník příspěvků (CD-ROM) z XXI. sjezdu České geografické společnosti, katedra geografie, Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, pp. 169–174.
- MARADA, M., HUDEČEK, T. (2006): Accessibility of peripheral regions: a case of Czechia. *EUROPA XXI – Regional periphery in central and eastern Europe*, č. 15, Polish Academy of Sciences, Stanisław Leszczycki Institute of Geography and Spatial Organization, Warszawa, pp. 43–49.
- MARADA, M. et al. (2008): *Doprava a geografická organizace společnosti v Česku*. PŘF UK, katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, 118 p.
- MOSELEY, J. M., HARMAN, G. R., COLES, B. O., SPENCER, B. M. (1977): *Rural transport and Accessibility*. Centre of East Anglian Studies, University of East Anglia, Norwich, 184 p.
- MUSIL, J. (2008): Vnitřní periferie v České republice jako mechanismus sociální exkluze. *Czech Sociological Review*, 44 (2), pp. 321–348.
- NOLAN, A. (2010): A dynamic analysis of household car ownership. *Transportation Research Part A*, 44, pp. 446–455.

- NUTLEY, S. (1998): Rural Areas: Accesibility Problem. In: Hoyle, B., Knowles, R. (eds): *Modern Transport Geography*, 2nd rev. ed., Wiley and sons, Chichester, pp. 185–215.
- ONG, P. (1996): Work and automobile ownership among welfare recipients. *Social Work Research*, 20, pp. 255–262.
- RÖLC, R. (2004): Hierarchie osídlení a dopravní systémy: specifika měřítkové diferenciacie na příkladě České republiky. *Disertační práce, katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PŘF UK, Praha*, 167 p.
- SEIDENGLANZ, D. (2001): Vývoj veřejné dopravy na příkladu okresů Šumperk a Jeseník. In: Novák, S. ed.: *Geografické aspekty středoevropského prostoru*. Brno, Masarykova univerzita, pp. 170–173.
- SEIDENGLANZ, D. (2007): Dopravní charakteristiky venkovského prostoru. *Disertační práce*. Masarykova Univerzita v Brně, 171 p. + suppl.
- TOUŠEK, L. (2007): Sociální vyloučení a prosotorová segregace. In: *Antropowebzin*, 2007, 3 (2), pp. 1–9.
- WHELAN, G. (2007): Modelling car ownership in Great Britain. *Transportation Research Part A*, 41, pp. 205–219.

RÉSUMÉ

Vývoj dopravní obslužnosti veřejnou dopravou na příkladu typově odlišných mikroregionů

Článek se na modelových případech dvou vybraných mikroregionů zabývá problematikou prostorové (dopravní) exkluze. Jeho cílem bylo zachytit diferencovaný vývoj nabídky dopravní obslužnosti na úrovni obcí a jejich částí s ohledem na jejich dopravní polohu v letech 2001–2009 ve vybraných modelových mikroregionech. V souvislosti se stanoveným cílem byly předpokládány významné rozdíly v nabídce spojů veřejné dopravy v závislosti na poloze vůči hlavnímu mikroregionálnímu středisku a současně byla očekávána značná variabilita nabídky v souvislosti s dopravní polohou, tedy lokalizace obce resp. její části na příslušném typu komunikace.

Vybrané mikroregiony byly vymezeny v rámci sociálněgeografické regionalizace v Česku na základě převažujícího směru pracovní vyjíždky (viz Hampl 2005). Konkrétní výběr mikroregionů je založen na vytvořené typologii mikroregionů v Česku, kterou zpracovali Marada a Květoň (2009) na základě clusterové analýzy velikostně významových a strukturálních charakteristik vyjadřujících nabídku dopravních možností ve všech mikroregionech v Česku.

Pro hodnocení dopravní obslužnosti byly vybrány dva typově odlišné mikroregiony – Sedlčany a Ledec nad Sázavou. Jedná se o periferní venkovské regiony vykazující rozdílné charakteristiky dopravní obslužnosti. Sledovanou úrovní se staly jednotlivé části

obcí ve vymezených mikroregionech. Doposud se většina dopravněgeografických analýz zaměřujících se na hodnocení dopravní nabídky soustředila na úroveň obcí. Nicméně např. Květoň (2006) poukázal na významné diferenciacie dopravní obslužnosti uvnitř jednotlivých obcí a jejich částí. Z toho důvodu bylo přistoupeno k analýze na této nejnižší měřítkové úrovni.

Data o nabídce dopravních spojení byla získána ze společnosti CHAPS Brno, s.r.o., která spravuje elektronické jízdní řády v Česku. Na tomto místě je nezbytné zdůraznit, že se podařilo získat data vyjadřující nabídku veřejné dopravy v jednotlivých referenčních letech (2001, 2003, 2005, 2007 a 2009), která umožnila hodnotit změny ve vývoji dopravní obslužnosti na úrovni částí obcí.

Ze získaných dat byl vypočítán index změny mezi lety 2001 až 2009 z hlediska nabídky veřejné dopravy. V dalším kroku byl vytvořen koeficient variability vztahující se k dopravní obslužnosti v jednotlivých částech obcí. Výsledné hodnoty vypočítaných koeficientů byly graficky vyjádřeny v mapě a umožňují identifikovat hlavní diferenciacie mezi obcemi. V poslední části hodnocení byly sledovány změny nabídky dopravy na úrovni obou mikroregionů, ale zvláště byl rozlišen vývoj v centrálních obcích a komparován s vývojem v částech obcí (ve všech hodnocených letech).

V obecné rovině lze uvést, že nabídka spojení v obcích i obecních částech zpravidla mírně rostla či stagnovala. Její rozsah byl přitom ovlivněn především populační velikostí obce a jejím postavením v dopravní síti. Pro tyto venkovské mikroregiony je typické, že páteřní systém obsluhy vykonává v rámci dělbý přepravní práce autobusová doprava, kdežto železniční spojení bezprostředně ovlivňuje „modal split“ pouze v několika málo obcích lokalizovaných na železniční trati. K tomu má často autobusové spojení více poptávkový charakter (přízpusobuje se přepravním špičkám – dojíždka do školy na 8:00, do práce na 6:00, z práce po 14:00 atd.), naopak vývoj regionální železniční dopravy směřuje vzhledem k vzájemnému propojení s dálkovou dopravou k intervalovému systému, tj. pravidelně se opakující odjezdy po dobu občanského dne, kdy jednotlivé osobní vlaky „napájí“ rychlíkové vlaky již v současnosti vedené v pravidelných intervalech.

Celkově je možné konstatovat, že vyšší fragmentace sídelního systému negativně ovlivňuje zajištění dopravní obslužnosti veřejnou dopravou. Je tedy zřejmé, že na úrovni částí obcí dochází k exkluzi obyvatel, která je způsobena nedostupností veřejné dopravy. Vysoká roztržitost sídelního systému (zejména v Čechách) je dána historickým vývojem a nelze očekávat podstatnou změnu v nejbližší budoucnosti. Omezení autobusových i železničních spojů v kontextu celkové redukce ekonomicky nerentabilních linek bylo z pohledu dopravce nezbytné, nicméně dopady takového opatření s sebou přináší vážné sociální problémy venkovských obcí včetně případné „sociální exkluze“ obyvatel. Možné řešení přepravy obyvatel v problémových sídlech mohou přinést alternativní způsoby zajištění dopravní obslužnosti („autobusy na zavolání“, mini-busy aj.).

Viktor Květoň, Jakub Chmelík, Petra Vondráčková, Miroslav Marada

Charles University in Prague, Faculty of Science

Department of Social Geography and Regional Development

Albertov 6

128 43 Prague

Czech Republic

E-mail: viktor.kveton@seznam.cz, marada@natur.cuni.cz, jak.chmelik@seznam.cz, petra.vondrackova@dobkovice.cz

EVALUATION OF COMPETITIVENESS OF RAIL TRANSPORT ON EXAMPLE OF CONNECTION AMONG REGIONAL CAPITALS IN CZECHIA^{1,2}

Jakub Chmelík, Viktor Květoň, Miroslav Marada³

Introduction

The issue of evaluation of transport contacts among settlement centres is one of the main fields of transportation-geographic research which is closely related to the study of spatial interaction of centres and origins of which can be traced back to the quantitative revolution period, i.e. the 1960s. The term spatial interaction is often traced to E. L. Ullman, a representative of the US geographic school. In his theory, Ullman (1973) states three independent conditions for the origination of spatial interactions among localities or regions: regional complementarity, intervening opportunity, and transferability. As Johnston et al. (2000) says spatial interactions indicate interrelations between centres or regions which are realized by the movement of persons (e.g. by their commuting to work and school, by migration), goods (e.g. international trade, import of raw materials, etc.), or information and capital.

It is clear that the intensity of interaction is related to the size (importance) of the settlement centres which is the result of the scope of its activity at various levels. However, in a transportation-geographic study it is legitimate to first closely discuss the factor of distance which makes their accessibility easier or more difficult. A number of "standard" models that make use of the concept of distance-decay deal with the increasing intensity of transport relations with decreasing distance between settlement centres (see e.g. Haggett, 2001). In geography, it is most common to represent accessibility in kilometres or minutes (the so called time accessibility). The issue of changes in accessibility (especially time accessibility) and their cartographic representation is a traditional research topic adopted by transportation geographers. For example Nový (1904) created a map of time accessibility of Prague from Bohemia by rail, with the use of the isochrone method. Currently, it is more common to use the method of shrinking maps, which is based on isochrones (e.g. Horner, 2000). The deformation of space by time accessibility and a different form of its representation is demonstrated by S. Kraft (2008) with the example of the South Bohemian region, S. Kraft and M. Vančura (2009) use the examples of accessibility of Prague from micro-regional centres in Czechia. D. Seidenglanz (2007) also deals with transport

¹ The paper was written as part of research project of the Grant Agency of the Academy of Sciences of the Czech Republic No. KJB301110801. The authors would like to express their thanks for this support.

² The paper based on contribution presented at the workshop – Seminář Telč 2009 (see references – Chmelík, Květoň, Marada, 2009).

³ Department of Social Geography and Regional Development, Faculty of Science, Charles University in Prague, Albertov 6, 128 43 Praha 2; e-mail: chmelik1@natur.cuni.cz, kveton1@natur.cuni.cz, marada@natur.cuni.cz



accessibility, as well as M. Horňák (2006) who studies the issue with the examples of Slovakia.

The second important factor that influences the degree of interaction of centres is their size because bigger and larger centres generate and attract more contacts, higher turnover of goods, etc. Size and distance (or proximity) are the most important factors which influence the intensity of interactions between centres and are used in the well-known gravity model and models based on it (see e.g. Haggett and Chorley, 1969, Luoma et al., 1993, Hudeček, 2008, Chmelík, 2008 and others). Nevertheless, in reality two centres with the same population and the same distance generate a different volume of contacts. One of the reasons for this asymmetry is the phenomenon of geographical location, where the location of the centre within a broader system, i.e. physical-geographic confinement of the adjacent territory or the relative size of the centre compared to other settlements in its vicinity, for example, can lead to the acquisition of administrative functions and, thus, to the strengthening of its hierarchical importance (see e.g. the towns of Jihlava, Jeseník and others). It is geographical (or possibly specifically transportation-related) location that introduces significant variability and asymmetry into the relation between the size, importance, distance and interaction of centres (see e.g. Marada et al., 2008). Another factor that conditions the asymmetry of relations is the differentiated attractiveness of centres, which is, however, partially linked to the importance and the location of the centres. This is quite clear when we think of attractiveness taking into account for example the number and structure of jobs. Literature also mentions different potential of centres to generate contacts, the so called emissivity, which is usually related to the income level of citizens (e.g. Rodrigue et al., 2006). But influence can also be found in the transportation possibilities of the citizens, i.e. public transport supply or the level of motorisation.

Therefore, when we deal with transportation relations, there arises a related methodological issue of being able to capture the real interaction between the centres when the data base is insufficient. The existing data on transportation or movement of persons are insufficient, especially in terms of capturing the movement origin and destinations, small territorial scope, sparse monitoring frequency and content limits (we have the numbers of contacts rather than their purpose at our disposal, etc.). J. Hůrský (1978) dealt with the possibility to represent relations between centres describing the possibility to determine transportation divides on the basis of car traffic census performed by the Road and Motorway Directorate of the Czech Republic on the majority of roads and motorways every five years. In terms of the possibility to determine the start and the end of the journey it is the public transport (data about the intensity of supply of various connections in particular) that remain the "most reliable" source of data, apart from commuting data from the Census. However, public transport data lack informative ability in a number of other fields (absence of data about load, influence of transportation planning by the regions and state, technical transportation factors that influence line routes, etc.). This paper tries to overcome these disadvantages, at least partially, by using data on the number of tickets sold acquired from the Czech Railways.

The paper focuses on evaluation of the importance of passenger rail transport in contacts between regional capitals in Czechia. Particular relations are evaluated on the basis of three selected indicators – supply of connections, real demand of rail transport



based on data on the number of tickets sold, and model interaction which was completed by applying the gravity model. In the case of interactions between regional capitals in Czechia the above discussed theoretical basis will be present especially in the following points.

1/ Because the focus is placed on passenger rail transport, the main differentiation factor of regional capitals, apart from the size of population, is their location within the rail network, and especially the quality of their inter-connection by railway. In some cases, these differences may lead to noticeable differences between real interactions compared to theoretical values determined by the gravity model. The model is based on settlement needs, and does not take strictly into account the quality of the transportation network, which is represented in the model only through time distance by rail. In this context, the differences between the theoretical interaction and the real demand of rail transport may apply especially to relations, where there is a noticeable competition of a quality road connection (motorways, high-speed roads) and, therefore, the real rail transport flow is lower than the model predicts. The results of the Praha – Brno relation is especially interesting because motorway connection tends to be used significantly even despite the existence of a rail corridor. On the other hand, in the case of relations with insufficient links (e.g. Praha – České Budějovice) to the motorway network, it can be supposed that the rail will occupy a significant position in terms of modal-split, i.e. the intensity of real demand will be higher than the model predicts.

2/ Relative location of regional capitals is another factor that influences the symmetry of the interaction. For example, the position of Prague in the center of the radial network of Bohemia supports more intensive use of railway. On the other hand, the towns of Jihlava, Liberec or Zlín lack this advantage even in their corresponding region. Certain "difficulties" in the results of our analysis can be expected when it comes to the proximity of the pair Hradec Králové – Pardubice, whose transport connection is of micro-regional importance, and so the values will be quite extreme. The Moravian-Silesian settlement system is characteristic by a dominant axis Brno – Olomouc – Ostrava but lacks the dominant element similar to Prague in Bohemia.

3/ The most significant differences in supply of connections and real demand can be expected in relations between regional capitals which are connected by rail corridors. We can expect that in these cases (e.g. Pardubice – Olomouc, Ústí nad Labem – Brno) the supply is higher than the demand due to the routes of national and international transit lines.

4/ It is probable that we will find greater consistency in the relation between the number of train connections (real supply) and the number of transported passengers (real demand) because both indicators only apply to rail transportation. Nevertheless, this interrelation will be influenced by a number of factors, see the above mentioned transit connections, the fact that supply is often influenced by technological limitations. Lower relative difference between the maximum and minimum value of the supply of connections, i.e. variability of the set, will also significantly influence the result.



Notes on methodology

Evaluation of passenger rail transportation relations between regional capitals (i.e. 78 relations) is the main topic of the analysis (relating to 2007 due to the accessibility of relevant data). Selection of individual regional capitals, that can be characterised as the most important centres in the settlement hierarchy, corresponds to their administrative borders. The town of Zlín is an exception: the town of Otrokovice was agglomerated to it due to high interrelation of these settlements caused by the localization of the Otrokovice "long-distance" rail station in the II transit rail corridor.

The supply of connections between regional capitals is evaluated as of Wednesday, 21 March 2007, on the basis of an electronic timetable IDOS offered by the CHAPS spol. s r.o. company which contains information about the 2006/2007 railway timetable. Wednesday was selected because it poses no limitations (weekend, national holiday) nor are there any additional measures (i.e. additional trains in peaks on Fridays and Sundays). Apart from the usual direct connections (see e.g. Květoň, Marada, 2008) we also accepted connections with one change while the maximum time accepted for one change was 30 minutes.¹ Connections with more than one change were disregarded because we supposed lower travelling comfort, even though in some relations a connection with two changes is more advantageous than a connection with one (both in terms of travel time and frequency²). In order to make the supply of connections relevant to the desired purpose, i.e. connection of regional capitals, we took into account only those connections that were in accordance with the assumption of rational behaviour of the passengers, i.e. use of the fastest and shortest (most economical) routes. Therefore, we accepted entirely long-distance/express trains (i.e. the R, Ex, IC, EC, EN, SC categories). However, there is one exception: cases of relations in which passenger trains are used (the Os and Sp categories) and are competitive in terms of time with trains of higher transportation segment - especially the Pardubice – Hradec Králové and Olomouc – Otrokovice (Zlín) relations. At the same time, we included only connections relevant to the real demand. This means that, for example, in the case of the Praha – Jihlava relation we accepted only the connection via Havlíčkův Brod, the connection via Veselí nad Lužnicí was not accepted. It is necessary to add that one of many possible selection procedures was used, which brings about a certain amount of subjectiveness.

The evaluation of real demand of rail transportation is based on a relativised data matrix that includes the number of addressed tickets sold in March 2007, provided by the Czech Railways company. The construction of the chosen indicator of the real flow is based on the sum of tickets sold in both directions while we tried to include in the total origin/destinations of journeys of all important stations in the delimited regional capital, taking into account the relation that was currently being evaluated.

Model (theoretical) intensity of interactions between regional capitals was determined with the use of a simple shape of the gravity model in which the substance of the centres is represented by the number of inhabitants (as of 1 January 2007), the distance of the centres corresponds to their time accessibility by rail, and the distance parameter

¹ The highest tolerated values of time needed to change were found, for example in the case of the Plzeň – České Budějovice – Jihlava – Brno – Ostrava relation, with a change in Brno.

² For example the Ústí nad Labem – Jihlava relation with the use of change in Kolín and Havlíčkův Brod.



equals 2.2. The model is considered symmetrical assuming that the emissivity and attractiveness of each of the studied centres with substance are directly proportionate to the value of the centre's substance. The value of the distance parameter (the so called resistance function) was determined on the basis of relevant literature (e.g. Řehák, 2004, Halás, 2005) and previous results (Chmelík, 2008). Time distance of centres needed for the construction of the model was evaluated together with the supply of connections. If trains of one line between two centres were used in a systemic way (interval transport – repeated departure times, the same stop policy, etc.) the model made use of the running time of these trains (i.e. mode/the most frequent value¹). If there were more lines the time distance was characterised by the average of mode values of connections of individual lines.

To enable comparison of the three selected indicators, i.e. supply of connections, real demand and model interaction, the values of individual sets were relativised in relation to the strongest relation in the set, which was assigned the value of 1,000.² Then statistical dependence was calculated between the studied sets according to the three given indicators and it was used to determine the relations where the supply corresponds to the real demand and vice versa. At the same time, the evaluation can be used to identify relations where the real demand is significantly below, or above, the level of the theoretical relations based on size-related importance of the centers and their time accessibility by rail, in which qualitative aspects (speed, throughput capacity) of the connection are also included in a mediated way.

Dependence between selected indicators

Simple statistical evaluation provided the values of correlation coefficients for the set of 78 relations monitored on the basis of three indicators; the values can be used to interpret primary conclusions on the relations between the selected indicators. The correlation matrix (see Table 1) shows high dependence between the real supply and the model interaction between the studied relations of the centres. To simplify, we can say that the theoretical intensity of passenger rail transportation streams based on a simple model method sufficiently corresponds to the real contacts of the centres.

Table 1: Pair correlations of selected indicators

Indicator	Supply of connections		Real demand		Model interaction	
Supply of connections	---	---	0.784	0.692	0.740	0.696
Real demand	0.784	0.692	---	---	0.902	0.888
Model interaction	0.740	0.696	0.902	0.888	---	---

Notes: The level of significance of the resulting values of the Spearman's rank correlation coefficient and Pearson's correlation coefficient (italics) is 1%.

Source: the authors' calculations based on Czech Railways data, IDOS 2006/2007.

¹ Mode value of travel time (i.e. time accessibility) corresponds more to the real conditions than the average travel time calculated from all connections in the relation, i.e. even from the less frequent trains (that make more stops) that are used only during the morning and afternoon peak hours.

² At the same time this solution is in accordance with the conditions for the presentation of data provided by the Czech Railways company.



On the other hand, lower dependence shows in the case of relation of both above mentioned indicators with the supply of connection. After a detailed analysis this result is not surprising because of several factors. Firstly, it is related to the methodological procedure when determining the supply of connection between regional centres where capacity of individual connections¹ is not taken into account. This leads to significantly lower variability of the set than in the case of indicators of real demand and model interaction. Secondly, it has to be noted that in a number of relations the supply of connection is markedly influenced by the long-distance transit lines that make their stops in the regional capitals. This means that the supply of connections is often not primarily intended for a contact between two closely situated centers. The scope of their supply significantly increases thanks to their advantageous horizontal transport position (for more see Marada, 2006) which does not necessarily need to correspond to the intensity of transport demand between them. Thirdly, the supply of connections in some cases is influenced by institutional and technological transportation factors that have impact on the line routes. Therefore, it is possible that in some cases the evaluation of supply of connections also includes the connections of regional capitals (especially with a change) in which the real demand is minimal.

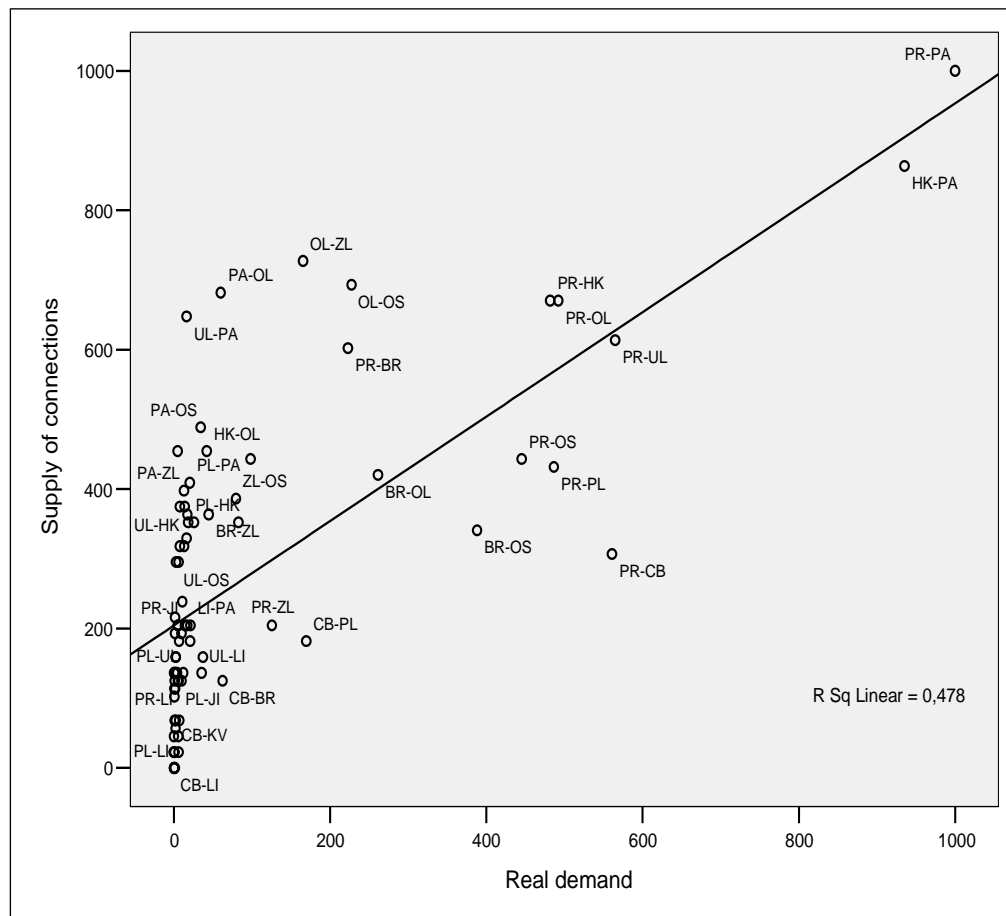
Relationship of real demand and supply of connections between regional capitals

The relationship of real demand and supply of train connections among regional capitals in Czechia was evaluated with the use of regression model, whose application led to the explanation of the supply of connection on the basis of real demand. The graphical representation of linear regression of the studied relationship in Figure 1 shows which relations, according to the model, contain an overvalued or undervalued supply of connections.

¹ The capacity of trains is very different for each line. In some cases an “express train” contains only several carriages, while the maximum value is well above 10 carriages. If we assume that a “longer” train is dispatched in accordance with the demand and, therefore, its occupancy rate is much higher, then the lower “closeness” of the relationship of real demand (and possibly also the model interaction) and supply of connections is in accord (because of the fact that the capacity of the supplied connections is not taken into account).



Figure 1: Regressive model of relationship between real demand and supply of connections



Notes: The values of indicators are relativised compared to the strongest relation (assigned the value of 1,000). Centre abbreviations – Prague (PR), České Budějovice (CB), Plzeň (PL), Karlovy Vary (KV), Ústí nad Labem (UL), Liberec (LI), Hradec Králové (HK), Pardubice (PA), Jihlava (JI), Brno (BR), Olomouc (OL), Zlín (ZL), Ostrava (OS).

Source: the authors' processing based on Czech Railways data, IDOS 2006/2007.

The most clear and frequent examples of overvalued connections are those regional capitals that are situated on the rail corridors, which brings along a significant scope of supply which has, as assumed, partly a transit character (national and international, e.g. Berlin – Praha – Brno – Vienna). These are especially relations with Pardubice (connection with Ústí nad Labem, Olomouc, Brno, Ostrava or Zlín) and Olomouc (relation with Pardubice, Zlín¹, Ostrava). The model evaluated some transit connections (usually with a change) via Prague as having an overvalued scope. These are, for

¹ Overvalued scope of connections in the Zlín – Olomouc relation can be caused by the fact that passenger trains were included (see 2 Notes on methodology).

example, the connections of Plzeň with Pardubice and Olomouc which can be used by passengers in an hourly interval. What is also interesting is the overvalued connection of the biggest Czech cities of Prague and Brno, which is influenced not only by transit international lines but probably also by a strong competition of road transport along the D1 motorway, which determines a relatively lower demand of rail transportation (and, therefore, supply of connections in the regressive model).

The regressive model evaluated the supply of connections of some radial connections with Prague, i.e. the connection of Prague with České Budějovice, Plzeň, Zlín and Ostrava, as insufficient. In the case of Ostrava and Plzeň there is a clear and significant transportation potential which is not adequate according to the model, even despite an hourly interval of departures. In the case of connection with České Budějovice the high real transportation flow is probably influenced by the absence of motorway to Prague, which leads to higher competitiveness of train in this particular relation. Similar situation applies to the connection of Zlín and Prague. The results based on real transportation demand show that the supply of connections should be increased in the main Moravian relation of Brno – Ostrava in the Western Bohemia tangential connection between Plzeň and České Budějovice. In this context we have to add that in the case of some relations, the supply (evaluated in this study using the 2006/2007 timetable) has already been increased (e.g. higher concentration of transport in the Praha – České Budějovice and Brno – Ostrava relations).

A specific approach should be adopted towards the strongest relations of Pardubice – Hradec Králové and Praha – Pardubice,¹ because their extreme values are influenced by several factors. In the case of the Pardubice – Hradec Králové pair, two regional centres are geographically close and the character of the mobility of inhabitants is everyday commuting, which is different from the other interactions between the other Czech regional capitals. The Pardubice – Praha relation is also influenced by everyday commuting conditioned not only by the job-related attractiveness of Prague but also by the quality supply of the rail connections, influenced by the transportation position of Pardubice on I rail corridor.

Relationship of real demand and model interaction between regional capitals

The next chapter deals with the evaluation of relations of model interaction and real demand between the individual regional capitals in Czechia. Using the gravity model, we specified inter-centre model interactions and these can be compared with the relativised real passenger flows in individual relations. Thus, it is an analysis of theoretical and real interaction of Czech regional capitals in terms of transportation flows served by rail. In this case, the supply of rail transport is not evaluated but based on the facts mentioned above and we assume that it is determined significantly by transportation demand. The graphical representation of linear regression of the studied relationship (see Figure 2) shows us that it is possible to find out from the model in

¹ The regressive model was created without the two strongest relations because we assumed that these extreme values could significantly influence the results (the course of the regressive function). However, this assumption has not been confirmed because the variability of the offer of connections (as a dependent variable) is better explained when assessing 78 relations (coefficient of determination $R^2 = 0.478$) rather than when assessing 76 relations ($R^2 = 0.313$).



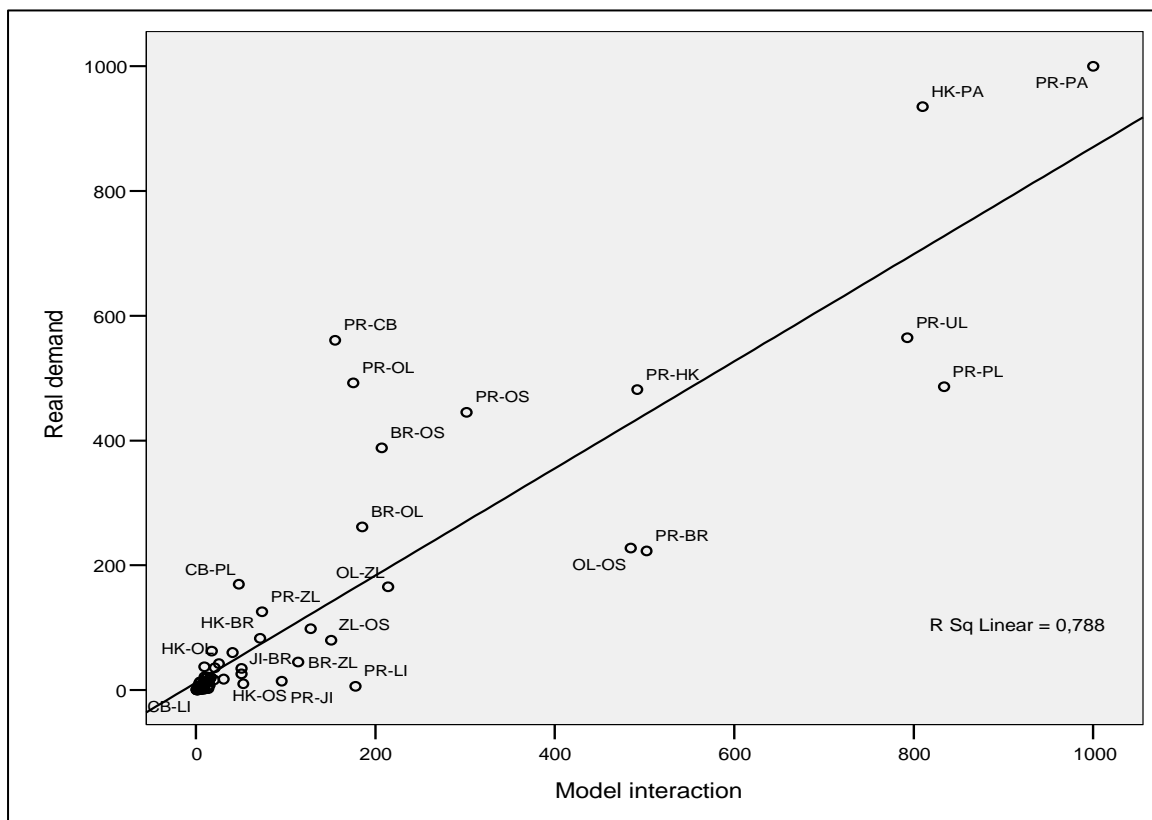
which relations the real demand is undervalued or overvalued compared to the model interaction.¹

Figure 2 clearly shows several clusters made of individual relations which could be analysed in more detail in the future. First, our attention will be paid to selected relations which are assigned higher theoretical interaction by the model than the real demand for rail transport actually is. The typical examples are relations Praha – Brno or Olomouc – Ostrava. In the case of the first relation of the two most important cities in Czechia the relatively lower real demand is clearly influenced by the existence of the D1 motorway, which significantly supports competition between the types of transport (car vs. bus vs. train). Even though the time accessibility by rail on the Praha – Brno route is on average longer only by several minutes, it can be supposed that the railway connection in this relation has a minority status compared to the quality supply by private bus transportation companies. The analysis has also confirmed that. From the model interaction point of view, the Olomouc – Ostrava relation is also overvalued compared to the real demand predicted by the regressive model. However, this fact can be influenced by a relatively low cooperation of these centres, where Olomouc is more closely oriented to Prague and Brno, even despite its relative proximity of Ostrava. The case of Ostrava is analogous. The question is how the currently relatively high-quality rail connection will cope with the opening of the whole of the D1 (D47) motorway.

The regression model also shows pairs of relations for which higher real demand of rail transportation is typical (compared to the previously mentioned relations). However, the model prediction remains higher. These are especially the interactions between Prague and Plzeň, or Ústí nad Labem. We again need to emphasize the importance of the existence of high-capacity road communications which probably significantly condition the competitiveness of rail transportation and subsequent distribution of transportation flows within modal-split. On the other hand, this result can also be influenced in terms of methodology by the “setting” of the gravity model in relation to the size of the population of Plzeň or to the relatively low time accessibility in the Praha – Ústí nad Labem relation, which generates high model interaction.

¹ Similarly as in the case of the regressive model of the relation between the real demand and offer of connections the variant of 76 relations was tested (i.e. without the Hradec Králové – Pardubice and Praha – Pardubice). The assumption of a significant influence of the results by high values of the mentioned relations was not confirmed in this case either because the variability of the real demand is explained in 79 % ($R^2=0.788$), and in the case of 76 relations in 65 % ($R^2=0.649$), when all relations are included.



Figure 2: Regressive model of relationship of model interaction and real demand

Notes: The values of indicators are relativised compared to the strongest relation (assigned the value of 1,000). See centre abbreviations below Figure 1.

Source: the authors' processing based on Czech Railways data, IDOS 2006/2007.

The Praha – Liberec relation is a typical example where competition of passenger car transport as well as bus transport can be seen. The existence of a high-speed road enables fast connection of these two cities via bus transport. Rail transport is not competitive in this relation due to insufficient railway infrastructure and we cannot expect any change in the status quo in the future.

However, it is also clear that there are relations between regional centres in which the real transportation flow is higher than their theoretical interaction. The Praha – České Budějovice or Praha – Olomouc relations are the most distinct case (but also e.g. Brno – Ostrava and Praha – Ostrava). Higher real demand is influenced by several factors, especially time competitiveness of rail compared to the unfinished or non-existent high-capacity road infrastructure, plus a relatively high-quality supply of rail connections (especially Praha – Olomouc). However, this is not entirely valid from the Praha – České Budějovice relation, and possibly also the Brno – Ostrava relation, where the railway infrastructure is being modernised (or is undergoing project preparation) and



time accessibility does not correspond to the level of demand because of the distance in kilometres of these centres.

Selected relation examples: focus on rail transport competitiveness

To conclude, we selected relations which show the most interesting results in terms of evaluation of all three constructed indicators and whose deviation from the tendencies is the greatest. The selection was influenced by several other factors, including the position in the overall evaluation of indicators (see Table 2). Another one was the geographical position of the centre and, last but not least, the transportation-related position, i.e. the location of the centres on different types of communications (the existence or absence of a motorway, rail corridor, etc.). The following relations were selected: Praha – České Budějovice, Praha – Brno, Ústí nad Labem – Liberec, Brno – Zlín and Brno – Ostrava (see Figure 3).

The Praha – České Budějovice relation clearly shows significant differences between the studied indicators. The high rail transport real demand is quite unexpected. This is because of the above mentioned absence of a motorway connection between Prague and South Bohemia which has high impact on the quality of bus transportation on this route. Taking into account the general demand, it would be possible in this relation to enhance offer of connections or create a new conception of transport services, e.g. by an introduction of express trains for important centres on the route (Praha, Tábor, Veselí nad Lužnicí – change in the direction Jindřichův Hradec/Třeboň, České Budějovice), while the micro-regional centres (e.g. Čerčany, Sezimovo Ústí, etc.) would be served by trains of (fast) regional transport. The modernised IV rail corridor should help improve the quality of the transportation solutions in the future.

The exposed Praha – Brno relations shows strong influence by the D1 motorway, which can explain the low rail transport real demand even despite quality scope of supply of connections. The railway infrastructure will not be changed in the near future (see possible construction of high-speed rail through the Vysočina region), therefore, motivation can come from tariff offer.

The Ústí nad Labem – Liberec relation is a typical tangential connection. It is a relation of two regional capitals in North Bohemian borderland between which there is not motorway or high-speed road connection. The relation of all the three indicators immediately shows low demand that can be influenced especially by a different catchment rate by each centre, significantly influenced primarily by the Prague metropolitan area. At the same time, the relatively low value of model interaction shows insufficient level of time accessibility in this relation.

Table 2: Relations with the highest indicator values

Position of relation	Supply of connections		Real demand		Model interaction	
1.	PR-PA	1 000	PR-PA	1 000	PR-PA	1 000
2.	HK-PA	864	HK-PA	935	PR-PL	834
3.	OL-ZL	727	PR-UL	565	HK-PA	810
4.	OL-OS	693	PR-CB	561	PR-UL	793
5.	PA-OL	682	PR-OL	492	PR-BR	502

REVIEW OF ECONOMIC PERSPECTIVES

6.	PR–HK	670	PR–PL	486	PR–HK	492
7.	PR–OL	670	PR–HK	482	OL–OS	485
8.	UL–PA	648	PR–OS	445	PR–OS	302
9.	PR–UL	614	BR–OS	388	OL–ZL	214
10.	PR–BR	602	BR–OL	261	BR–OS	207
11.	PA–OS	489	OL–OS	227	BR–OL	185
12.	UL–OL	455	PR–BR	223	PR–LI	178
13.	HK–OL	455	CB–PL	169	PR–OL	175
14.	PR–OS	443	OL–ZL	165	PR–CB	155
15.	PA–BR	443	PR–ZL	125	ZL–OS	151
16.	PR–PL	432	PA–BR	98	PA–BR	128
17.	BR–OL	420	HK–BR	83	BR–ZL	114
18.	PL–PA	409	ZL–OS	80	PR–JI	96
19.	PA–ZL	398	CB–BR	62	PR–ZL	74
20.	ZL–OS	386	PA–OL	60	HK–BR	71

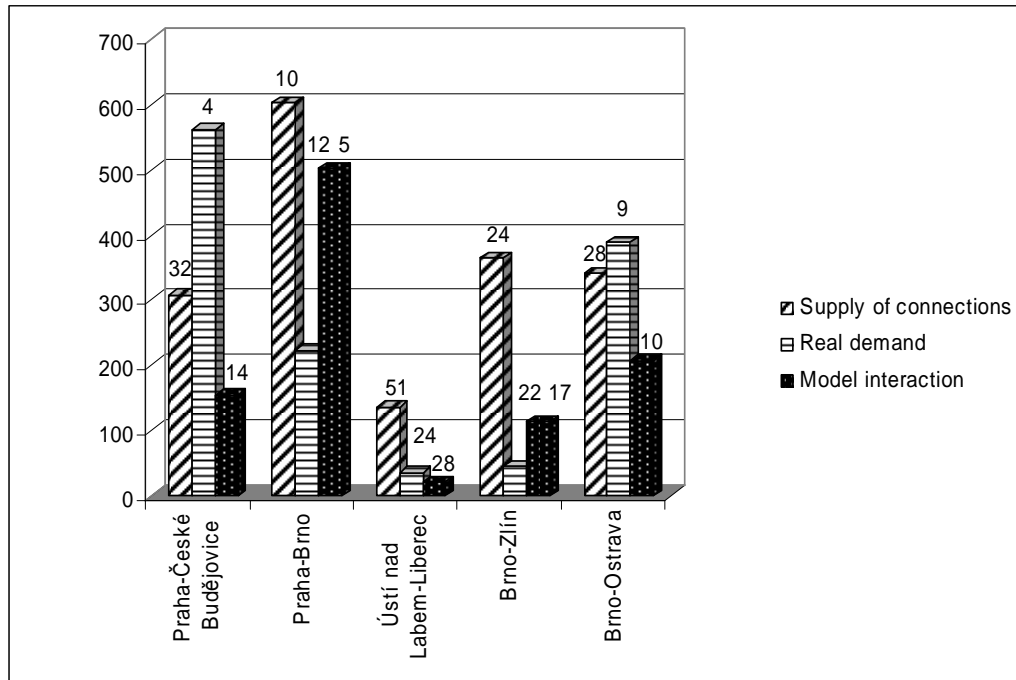
Notes: The values of indicators are relativised compared to the strongest relation (assigned the value of 1,000). See centre abbreviations below Figure 1.

Source: the authors' processing based on Czech Railways data, IDOS 2006/2007.

The Brno – Zlín relation shows interesting results. These are geographically relatively close centres with high supply of transport connections. However, in this analysis its value has been influenced by the methodology which accepted a change and aggregated data for the towns of Zlín and Otrokovice. It is probable that the absence of a direct connection in this relation because of the closeness of the centres strongly discourages potential passengers, who prefer direct bus connection. Therefore, the value of the real transportation flow is low compared to other indicators. Currently, Otrokovice offer a express train line to Brno (via Břeclav), but its primary objective is to serve centres situated close to each other (Otrokovice – Staré Město, Staré Město – Břeclav, etc.) rather than the connection with Brno. Therefore, the travel time is still relatively uncompetitive.

The best balance between the indicators can be found in the case of Brno and Ostrava, where there is a relatively high supply of rail transportation, as well as demand. Theoretical interaction of centres is slightly lower because it is influenced by worse time accessibility. The current position of rail transport can pose a threat to the opening of a quality north-south motorway connection. Therefore, because of the rail potential, it is necessary to focus on quick modernisation of railway line 300 (Brno – Přerov) which will lead to an acceleration of the existing connection and, possibly, a change in its concept (e.g. introduction of fast express trains).



Figure 3: Comparison of indicators in selected relations of regional capitals

Notes: The values of indicators are relativised compared to the strongest relation (assigned the value of 1,000). Figures above columns show position of relation within a set.

Source: the authors' processing based on Czech Railways data, IDOS 2006/2007.

Conclusion

The performed analyses lead to several general conclusions concerning the relations between the supply of rail connections, real passenger transportation flows and theoretical interactions between centres, based on a gravity model. Generally, the assumptions adopted at the beginning of the paper were in accordance with the evaluation results to a high degree. The following points reflect the conclusions.

1/ In accordance with the first assumption, the real demand is met by an adequate supply of rail connections. At the same time, the assumption of incongruity of relations on rail corridors has been confirmed; in some cases the supply of connections is much higher than the real demand. This situation is influenced especially by express (long-distance) transit lines (low demand in the Pardubice – Olomouc relation and, at the same time, a high number of connections that are not primarily designated to serve this relation).

2/ In relations where there is direct competition of bus and passenger car transportation because of quality road infrastructure (motorways, high-speed roads) it is clear that there is a noticeable discrepancy between relatively high theoretical interactions between centres and lower real rail transportation demand. The Praha – Brno relation is a typical example. On the other hand, in relations without strong road transportation

competition (Praha – České Budějovice and Brno – Ostrava), because of uncompleted motorway network, there is a clearly higher value of real transportation flow than in the theoretical interaction. Therefore, it is obvious that the horizontal transportation position of centres in the networks plays an essential role in the competitiveness of road transport.

3/ Rail transportation should focus primarily on quick improvement of the quality of the railway infrastructure (complete rail corridors) in those relations where higher real demand has been identified (selected radial connections with Prague in Bohemia and the main Moravian relation Brno – Ostrava). After motorway network is completed the rail transportation in these sections will be subject to much higher passenger car and bus transportation competition.

The results hint possibilities where simple modelling can be used for transportation planning. The methodology used confirmed often intuitively perceived deficiencies. Relations with inadequate supply of rail connections could be subject to more detailed reassessment and, possibly, their level could be modified, thus improving the quality of transport services. In terms of methodology and to reach better-quality results, we can recommend the construction of an indicator of supply of connections that would include the capacity of the trains supplied, which would undoubtedly help to solve the frequently discussed low variability of the set of supply of connections within this research.

One research issue remains open for the future: to include other modes of transportation (especially passenger car and public bus transportation) into the gravity model when we face absence more detailed (especially direction-related) demand data. In this sense, recommendations for transportation statistics institutions can be formulated.

References:

- HAGGETT, P. (2001). *Geography – a Global Synthesis*. Prentice Hall: London.
- HAGGETT, P., CHORLEY, S. J. (1969). *Network Analysis in Geography*. Edward Arnold: London.
- HALÁŠ, M. (2005). Dopravný potenciál regiónov Slovenska. In *Geografie – Sborník České geografické společnosti*, 110, No. 4, pp. 257–270.
- HAMPL, M. (2005). *Geografická organizace společnosti v České republice: Transformační procesy a jejich obecný kontext*. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PřF UK, Praha.
- HORŇÁK, M. (2006). Identification of regions of transport marginality in Slovakia. In Komornicki, T., Czapiewski, K. (eds.). *Regional Periphery in Central and Eastern Europe*, Evropa XXI, 15, IgiPZ PAN, Warszawa, pp. 35–41.
- HORNER, A. (2000). Changing Rail Travel Times and Time-Space Adjustment in Europe. *Geography*, vol. 85 (1), Elsevier Science: Amsterdam.



- HUDEČEK, T. (2008). *Akcesibilita a dopady její změny v Česku v transformačním období: vztah k systému osídlení*. Disertační práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PřF UK: Praha.
- HŮRSKÝ, J. (1978). *Metody oblastního členění podle dopravního spádu: úvod do teorie předělů osobní dopravy*. Rozpravy ČSAV, 6, Academia: Praha.
- CHMELÍK, J. (2008). *Modelování prostorových interakcí na příkladu Ostravska*. Diplomová práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PřF UK: Praha.
- CHMELÍK, J., KVĚTOŇ, V., MARADA, M. (2009). Analýza dopravních vztahů mezi krajskými městy Česka na základě nabídky a poptávky po železniční dopravě. In: *Konkurenceschopnost a konkurence v železniční dopravě – ekonomické, právní a regionální faktory konkurenceschopnosti železnice. Seminář Telč 2009 – recenzovaný sborník příspěvků*. Ekonomicko-správní fakulta, Masarykova univerzita: Brn. pp. 19–34.
- JOHNSTON, R. J., GREGORY, D., PRATT, G., WATTS, M. (eds.). (2000). *The Dictionary of Human Geography*. 4th ed., Blackwell: Oxford.
- KRAFT, S. (2008). „Time accessibility“ – příklad deformace prostoru generované dopravou. *Miscellanea Geographica*, 14, ZČU: Plzeň, pp. 77–84.
- KRAFT, S., VANČURA, M. (2009). Dopravní systém České republiky: efektivita a prostorové dopady. *Národohospodářský obzor*, 9, č. 1, Masarykova univerzita: Brno, Brno, pp. 21–33.
- KVĚTOŇ, V., MARADA, M. (2008). Změny dopravních vztahů mezi krajskými městy v letech 2001–2008 na příkladu veřejné hromadné dopravy. In: *Konkurenceschopnost a konkurence v železniční dopravě – ekonomické a regionální aspekty regulace konkurenčního prostředí, Seminář Telč 2008 – recenzovaný sborník příspěvků*, Ekonomicko-správní fakulta, Masarykova univerzita: Brno, pp. 123–131.
- LUOMA et al. (1993). The threshold gravity model and transport geography. *Journal of Transport Geography*, Vol. 1, No. 4, Elsevier: London, pp. 240–247.
- MARADA, M. (2003). *Dopravní hierarchie středisek v Česku: vztah k organizaci osídlení*. Disertační práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje PřF UK, Praha, 116 p. Retrieved from <http://www.geografiedopravy.cz>.
- MARADA, M. (2006). Vertikální a horizontální dopravní poloha středisek osídlení Česka. In: Kraft, S., Mičková, K., Rypl, J., Švec, P., Vančura, M.: *Česká geografie v evropském prostoru, elektronický sborník příspěvků (CD-ROM) z XXI. sjezdu České geografické společnosti*, katedra geografie, Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, pp. 169–174.
- MARADA, M. a kol. (2008). *Doprava a geografická organizace v Česku*. Nakladatelství ČGS: Praha, 118 p. (manuscript)
- NOVÝ, V. (1904). *Isochronická mapa Čech – s úvodem o izochronách vůbec*. Zeměpisná knihovna: Praha, 31 p.
- RODRIGUE, J.-P., COMTOIS, C., SLACK, B. (2006). *The Geography of Transport Systems*. Routledge: London.



ŘEHÁK, S. (2004). Metodický dodatek. In Jeřábek, M., Dokoupil, J., Havlíček, T. a kol.: *České pohraničí – bariéra nebo prostor zprostředkování?* Academia: Praha, pp. 269–273.

SEIDENGLANZ, D. (2007). *Dopravní charakteristiky venkovského prostoru*. Dizertační práce. Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita: Brno.

ULLMAN, E. L. (1973). The Role of Transportation and the Bases for Interaction. In Blunden, J., Brook, Ch., Edge, G., Hay, A. (eds): *Regional Analysis and Development*. The Open University Press: London, pp. 52–65.

Database of demographic data for municipalities 1971 – 2008. Czech Statistical Office, Prague. Retrieved from: [http://www.czso.cz/cz/obce_d/index.htm].

Database on the number of tickets sold – March 2007. Czech Railways, a.s.

IDOS – national electronic railway timetable 2006/2007, CHAPS spol. s r.o.

EVALUATION OF COMPETITIVENESS OF RAIL TRANSPORT ON EXAMPLE OF CONNECTION AMONG REGIONAL CAPITALS IN CZECHIA

Jakub Chmelík – Viktor Květoň – Miroslav Marada

Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Albertov 6, 128 43 Praha 2; e-mail: chmelik1@natur.cuni.cz, kveton1@natur.cuni.cz, marada@natur.cuni.cz

Abstract: The article is focused on evaluating the significance of rail passenger transport in transport contacts among regional capitals in Czechia representing the most important centres in the settlement hierarchy. The review of the particular connections works with the values of the year 2007 and is based on the relationship between supply and demand for rail passenger traffic. The evaluation is based on the number of rail links within the working day, while assuming that the supply is influenced by the location of the centre in the transport network and its position in the settlement hierarchy. Real demand data represent the number of tickets sold by the Czech Railways. Theoretical size of the interaction is obtained by application of the gravity model. Based on the final evaluation of indicators of supply and demand for rail traffic among regional capitals and their interactions, relations are described where demand is substantially below, respectively beyond the level of real supply and theoretical interaction, which is based on the importance of centres and their accessibility of the railway transport in time. In conclusion, the opportunities for the development of infrastructure in the selected connection in relation to transport planning are outlined, using the obtained results.

Key words: transport interactions, competitiveness of rail transport, relationship of supply and demand for rail passenger traffic, gravity model, regional capitals in Czechia.

JEL Classification: C21, R12, R41



ASSESSMENT OF THE IMPACT OF A NEW MOTORWAY CONNECTION ON THE SPATIAL DISTRIBUTION AND INTENSITY OF TRAFFIC FLOWS: A CASE STUDY OF THE D47 MOTORWAY, CZECH REPUBLIC

Jakub CHMELÍK, Miroslav MARADA

Abstract

Assessing changes in the spatial distribution and intensity of traffic flow patterns, considered one of the main direct influences of the construction of transport infrastructure, is discussed in this paper. The central element of the research is a case study assessing such changes in connection with the opening of the D47 motorway in its Lipník nad Bečvou–Ostrava section. The aim of the study is a comparison of traffic conditions before and after the opening of the motorway. The real data on the traffic load of the motorway sections are compared with the official and our own forecast, which is based on applying a basic form of the gravity model for the given area. The results of the analysis confirmed intuitive assumptions about changes in the spatial redistribution of traffic flows.

Shrnutí

Hodnocení vlivu nového dálničního spojení na prostorovou distribuci a intenzitu přepravních proudů: příklad dálnice D47

Príspevek je zaměřen na problematiku hodnocení změn prostorové distribuce a intenzity přepravních vztahů, které jsou považovány za jeden z hlavních přímých vlivů výstavby dopravní infrastruktury. Jádrem příspěvku představuje konkrétní případ hodnocení změn v souvislosti se zprovozněním dálnice D47 v úseku Lipník nad Bečvou–Ostrava. Cílem je především srovnání dopravních poměrů v oblasti před a po zprovoznění dálnice. Reálná data o zatížení dálničních úseků jsou komparována s oficiální a vlastní prognózou, která je založena na aplikaci základního tvaru gravitačního modelu v oblasti. Výsledky analýzy potvrdily intuitivní předpoklady o změnách v prostorové redistribuci přepravních proudů.

Key words: *impacts of transport infrastructure (motorways); assessment and prediction of changes in traffic flows; gravity model; motorway D47; Ostrava region; Czech Republic*

1. Introduction

The issue of the impact of new high-speed transport infrastructure is a widely discussed topic in fields studying various aspects of transport, mainly due to the existence of numerous and often very different viewpoints (economic, technical, environmental, political). Transport infrastructure is often considered one of the main factors in the competitiveness of national and regional economies, and the importance of the influence of transport infrastructure on regional development is not only frequently pointed out, but also often understood in divergent manners. In some cases, infrastructure is seen as a catalyst for economic development, while other authors perceive it only as one of many conditions necessary for development (e.g. Rephann, 1993; Bruinsma and Rietveldt, 1998). The impacts of a motorway on regional economic development are usually classified as indirect impacts of transport infrastructure (Bruinsma and Rietveld, 1998; Banister, Berechman, 2001; Jeřábek, Marada, 2003; Marada et al., 2010), including the influence of the motorway on the business environment, emergence of new companies, the labour market, land price, and on the overall image of a region. Assessing these factors, however, is very difficult and sometimes almost speculative, since it is not always possible to connect objectively certain changes of one factor with a change in transport infrastructure, or to

define its weight precisely. In this regard, it is much easier to assess the direct impacts of transport infrastructure, which are connected mainly to real changes in the transport accessibility of certain points and often also to changes in the spatial distribution and intensity of traffic relations in a given area. The interconnectedness and causality of all direct and indirect impacts is beyond doubt.

Prior to assessing the impacts of a concrete transport infrastructure, it is necessary to evaluate responsibly the actual utility of a given construction from the point of view of the technical design and layout in the area, which have to provide the desired connection effectively. Western European countries with developed infrastructure planning have long-term experience with using comprehensive methodological procedures for the assessment of transport projects and actual impacts (e.g. Vickerman, 2000; Hayashi, Morisugi, 2000; Bruinsma and Rietveld, 1998; Lehovc et al., 2003), but their application is also problematic due to the difficult and often subjective translation of certain factors into financial figures. It can be assumed that immediately after the fall of the Iron Curtain in 1989, such mechanisms were not taken into account in the Czech Republic, which is why some projects were designed in a dubious way, as is evident in those in which construction continues in the third millennium. In this regard, it is possible to notice a

change after the accession of the Czech Republic to the European Union (hereinafter EU), which co-finances large capital-intensive infrastructure projects from the EU budget, producing, however, more stringent requirements for proving the utility of the construction with respect to all-society impacts. It is to be noted, however, that the inclusion of specific structures for financing from the EU budget is fully within the competence of national states, which does not always guarantee that truly important projects are supported, since other factors and mechanisms undoubtedly play a role, too. Moreover, it is important to note that in Western Europe, results of the assessment of transport infrastructure economic impact often do not correspond to political preferences (Bruinsma, Rietveld, 1998).

One of the frequently discussed structures built in the Czech Republic in the last 15 years was the D47 motorway (a section of the D1 motorway), connecting the Ostrava region to motorway networks of the Czech Republic and hence also to the trans-European transport network (TEN-T). This area of north-eastern Moravia and Silesia had a relatively high quality post-war road network connecting the centres of the region to serve the needs of local heavy industries. The problem, however, was the insufficient connectedness to supra-regional and international networks, which was further compounded by the dissolution of Czechoslovakia in 1993, when the Ostrava region became the most geographically remote region from the capital (e.g. Sucháček, 2005; Kuta, 2000). An effective solution for connecting to the Ostrava region was the D47 motorway (together with the R48¹ expressway), but its construction was perpetually postponed and became a widely-discussed topic in the region among the general public, as well as political and economic leaders (Jurečka, 2003; Schejbalová, Teperová, 1999). This was mostly due to the fact that the existence of the motorway was seen as one of the requirements for the economic revitalisation of the region (e.g. Jurečka, 2003; Zahradník, 2003; Bauerová and Ramík, 2004a, 2004b; Sucháček, 2005), which faced serious structural problems due to its one-sided economic base. Sucháček (2005, p. 106) directly states that the issue of the D47 “has become during the course of the years a certain symbol of the economic, institutional and psychological circumstances of the Ostrava region restructuring...” (translation from Czech).

In connection with the D47 motorway, there was also a much discussed question of whether it was necessary for the route to run directly through the city of Ostrava, as was planned since the 1960s in government documents concerning the development of transport networks in the Czech Republic (Prášil, 2007). A number of environmental groups, in particular, voiced the opinion that the D47 motorway in the Běloutín–Ostrava–Czech-Polish state border section was not justified because it was duplicated by the R48 expressway, and that it would be possible to connect the Ostrava region by modernising the I/58 Příbor–Ostrava road or the R56 Frýdek–Místek–Ostrava expressway. In that case, the transit traffic to Poland would be realised over the already-existing Český Těšín–Chotěbuz route. This opinion was opposed, for example by Řehák (2004), who applied gravity modelling for simulating traffic relationships between the Czech Republic and its neighbouring states. Based on his results, he stated that the international connection between the Czech Republic and Poland via

Ostrava would be significantly stronger than the preferred connection through Český Těšín, and that the modernisation of the I/48 road would not meet the purpose. The question of the construction of the D47 over the R48, favoured in the past, was also addressed by the Czech Supreme Audit Office (hereinafter SAO), which investigated whether the preference for the D47 was based on objective circumstances. SAO came to the conclusion that no assessment of either project had been made in which the Czech Ministry of Transport and the Road and Motorway Directorate of the Czech Republic (hereinafter RMD) identified and quantified the socio-economic benefits, and justified prioritising the D47 project (Auditing Action 04/25, SAO Bulletin, 2005). The absence of any studies demonstrating the effectiveness and societal benefits of the D47 was confirmed by the RMD from the authors' questions.

At present, the D47 is already open and it is therefore possible to evaluate its impacts, at least partially. The authors do not aim to evaluate the much-debated indirect impacts of the D47 on the economic development of the Ostrava region, which are moreover difficult to identify given the short period of time the motorway has been open. The degree of the motorway influence on the monitored indicators and their selection remains debatable. Rather, this paper focuses on a basic assessment of changes in the spatial distribution and intensity of traffic flow, which are considered some of the main direct influences of transport infrastructure construction, especially new motorways. In general, the objective of this paper is to describe basic possibilities for assessing the direct impact of motorways on transport interaction in the given area, as well as their forecasts, which is important for evaluating the utility and efficiency of the infrastructure. A brief comparison is made of these factors in the Czech Republic and in Western Europe. The core of this research is a case study for assessing changes in the spatial distribution of traffic flows intensity brought about by the opening of the D47 motorway. The primary goal is to compare traffic conditions before and after the opening of the highway, based on data from the national traffic censuses in 2000, 2005 and 2010 (National Traffic Census [hereinafter NTC], 2000, 2005, 2010). Real data on the traffic load of motorway sections will be compared to the forecast made by the investor (D47 Project Information, RMD, 2012), and to our own projections based on an applied basic form of the gravity model (Chmelík, 2008).

Another partial goal is to assess the use of typical geographic applications for this type of analysis. It is by comparing real and forecasted data that we can identify the main drawbacks of approaches based on modelling, which cannot always anticipate the real impact precisely. In this context, it is of course important to note that since the D47 was not connected by motorway to the Polish A1 motorway at the time of the last census (NTC, 2010)², it can be assumed that any prediction will be partially distorted and will not correspond to the foreseeable situation. This is because the north-south transit road traffic, which is included in the prediction for the motorway, was at that time still routed through the original Český Těšín–Chotěbuz vein. This fact, though, can also be considered an advantage in a certain sense, as this situation allows for the identification of the real transport potential of the Ostrava region in a narrower definition, i.e. regional centres for which the motorway is

¹ The expressway in the Běloutín–Nový Jičín–Frýdek–Místek–Český Těšín–Czech-Polish state border section.

² The Czech D47 was connected to the Polish A1 in 2012 for passenger cars, and in 2014 also for heavy goods vehicles.

already useful to save time. In addition, this situation allows for the elimination of one of the methodological problems, namely the lack of information on the ratio of transit traffic flows to the overall traffic load, which represents a significant part of the actual as well as predicted traffic flow in a number of motorway sections.

Analogically to the identification of the indirect impact of the D47 motorway on the development of the Ostrava region, this research does not cover in detail the above-mentioned issue of the utility of the new motorway connection with Ostrava, as this issue requires a more complex assessment beyond the scope of the work. Therefore, arguments for the necessity of construction are described only briefly from other studies. At the same time, however, the authors believe that in comparison with other projects in the Czech Republic, the D47 motorway, which connects to the second largest agglomeration of the Czech Republic, is far more significant and its existence is rational. On the other hand, it is to be noted that the present value of the intensity of traffic on the D47 route, and even in the six-lane Lipník nad Bečvou–Bělotín³ section carrying all north-south transport, is a cause for reflection. It should be emphasized once again, however, that this situation can be connected to the incomplete transit functionality of the motorway at the time of the study.

2. Assessing direct impacts of motorways on transport relations

The issue of identifying and evaluating the direct impact of linear transport infrastructure is addressed relatively often and not only as a part of transport-geographical research. This is mostly due to the influence of the time-space convergence of centres. This convergence is connected to a lower resistance to travel, which is caused both by a decrease in the time needed for reaching a certain point due to new and usually high-speed infrastructure, and by a decrease in transportation costs (Gutierrez, Urbano, 1996; Vickerman et al., 1999; Rietveld, Vickerman, 2004; Preston, O'Connor, 2008).

For expressing potential spatial impacts of the new transport infrastructure on the pattern of traffic flow intensity, it is possible to use the concept of generative and distributive effects⁴ (for more details, see Rietveld, Bruinsma, 1998), which was primarily applied to identify changes in the localisation of economic activities. The generative effect instigates completely new activities, which analogically mean generating new traffic as to the direct impact of motorways. This effect is directly related to the decrease in the time needed for travel and the consequent new possibilities for each of the newly-connected points and positive stimulation of the mobility of persons and goods, coupled with growing employment opportunities and new types of activities. In terms of indirect impacts, though, the aspects of improved mutual accessibility do not often bring only positive effects, since a good quality connection can increase competitive pressure on the local market in the newly-connected area and gradually “drain” the

activities from the weaker region (Jeřábek, Marada, 2003). The distributive effect causes only a shift of the traffic, usually in favour of the new motorway, which has a positive influence on regional centres previously overburdened by transit traffic.

In this context, it is possible to say that as to significant projects, only those with a strategic potential for the generative effect should be considered, while in the case of a need for improving a current unsuitable traffic situation, it is more efficient to seek a solution by means of traffic redistribution. Such a polarized division is hardly ever the case, however, and it can be assumed that the structure of traffic intensity in the new sections is at all times partly caused by the generative effect (new traffic participants) and partly by traffic shifted from other roads which are less convenient than the new connection. The assumption of a shift of some of the traffic flows to the new connection closely relates to the so-called intervening opportunity, which had been stated as a part of spatial interaction theory by Ullman (Ullman, 1956, cited in Rodrigue et al., 2006). From the methodological point of view, distinguishing the effects (generative or distributive) remains problematic, as it is limited by the nature of the databases and by the methods. This happens not only when assessing the indirect impacts (such as motivation and preference of a certain location for economic activities), but especially in assessing the impacts of a specific transport infrastructure project on traffic relations in the area.

Data on individual car traffic, which generates most of the interactions on the road network with regard to passenger transport, are rather limited. The main and often the only commonly available data on individual car traffic are traffic intensities on individual counting sections in which the vehicles are counted. In the Czech Republic, this information is provided by the RMD, which conducts a national traffic census every five years, in which information can be found on the traffic intensity according to different vehicle types (cars, trucks, motorcycles, buses) on Czech roads and motorways. Information on the sections of motorways and expressways with automated traffic counters is provided in a shorter interval of time. The value of the traffic load on a given section is in principal the aggregated result of the behaviour of all traffic participants, who make their decisions about where to travel according to their personal needs (Brůhová-Foltýnová et al., 2008), while the beginning, aim, frequency or purpose of their journey is not known.

When identifying the influence of a new connection, the most limiting absence of information is seen in the aim of the journey (i.e. the structure of traffic intensity on a given section according to the beginning and the end of the journey), with which it would be possible to find out concrete volumes of the redistributed traffic. Data on the direction relationships, including the prediction of their change caused by changes in the network, are usually replaced by estimates based on both basic gravity models (Řehák, 1997, 2004; Halás, 2005; Kraft, Blažek, 2012) and transport models generated by specialized software. The gravity model is one of the most used tools in traditional transport geography research. The

³ According to the RMD, the large-scale six-lane design was adopted because of the junction with the D1 motorway (to Přerov) and the R35 expressway (to Olomouc) on one side, and the D47 motorway (to Ostrava) and the R48 expressway (to Nový Jičín) on the other side. At the same time, the study for RMD (ADIAS, 2001) states that in this section the motorway has a significant extra capacity.

⁴ In traffic engineering disciplines, “induced transport” (generative effects) and “shifted transport” (distributive effects) are commonly used, referring essentially to these effects.

quite simple use for assessing changes in spatial interactions in the transport network (e.g. building a new highway) is the main advantage of this model. In the Czech Republic, studies by Řehák (1992, 1997, 2004) are well recognised using the planned road system based on various types of gravity model. In international research, the gravity model is still used namely for basic travel demand estimates, for example in the field of the airline traffic volume estimation (e.g. Grosche et al., 2007; Matsumoto, 2007).

In the Czech Republic, the prediction of traffic intensity is formally bound by technical conditions. From these technical conditions, the prediction is made either by way of a growth coefficient assuming stable development of intensity on the roads of the same class, or by a mathematical model of the traffic flow on a network, which takes into account factors causing unstable development of transport relations (Bartoš et al., 2010). In the case of an existing transport connection, the beginning and the end of the journey can also be identified by simple analytical methods, such as the frequently-used transport divide method (Hůrský, 1978; Marada, 2008; currently Kraft et al., 2014). According to this method, a corresponding value of traffic intensity is assigned to each of the sections connecting the regional centres. In all cases, the data of course refer to the number of vehicles and not to the number of passengers, which usually complicates a comparison with, for example, data on the number of persons using a specific mode of public transport. In connection with the above facts, a question remains whether detailed data on the direction of individual transport passenger mobility are necessary, considering the high financial cost for the technical and organisational aspects of their collection, or whether the models give us satisfactory results. They should at least identify a basic structure of the directions for a given section, capture the major trends and predict the order of spatial impacts on the network, usually based on changes in the time required to reach a certain destination.

High quality information on current and expected traffic flows should be one of the main inputs in the process of assessing the priorities of needs when evaluating transport infrastructure construction, since it is evident that the transport needs of people generate a justified demand for improving the transport situation. In countries with developed transport infrastructure, the main method applied for assessing transport infrastructure building projects has for a number of decades been cost-benefit analysis (further CBA), which is often combined with a multi-criteria analysis comparing multiple projects (see the overviews in Hayashi, Morisugi, 2000; Quinet, 2000; Morisugi, 2000; Lee Jr., 2000; Gühnemann et al., 2012). The criterion capturing best the direct impacts of a project is economy of time, which is often one of the most important indicators. In the UK, for instance, it is considered the main criterion, together with the reduction of traffic accidents (Vickerman, 2000). Frequently connected to the criterion of time economy is a necessary forecast of transport demand, which is usually based on national transport models in which the impact of a new project on the current intensity distribution is simulated according to changes in the required inputs. The prediction is closely connected to the indicator of time value for different categories of passengers. This indicator is important for assessing economic impacts and for expressing time economy in financial figures – the time value based on qualitative survey research (Hayashi and Morisugi, 2000). A practical example of the combination of cost-benefit analysis and multi-criteria analysis, including

the ranking of individual projects, can be found, for example, in Gühnemann et al. (2012).

In the Czech Republic, the situation is somewhat different because the hierarchy of priorities of high-capacity road infrastructure construction was never a long-term conceptual solution, from the point of view of investment benefits. In this regard, reference can be made to the SAO's audit conclusions, which state that the Ministry of Transport, being the public administrative body responsible for formulating transport policy, did not assess the societal benefits of any of the high-capacity road infrastructure projects described in the concept paper, Proposal for Development of Transport Networks in the Czech Republic until 2010. According to the SAO investigation, the only criterion for the inclusion of a project was the value of traffic load on roads operating in the route of the planned motorway or expressway, without stating any priority for projects in terms of strategic goals. Also taken into account were projects, which had been prepared in the past (Control Action 02/10, SAO Bulletin, 2003). The lack of methodology for assessing transport infrastructure project benefits is pointed out by Viturka et al. (2012), where it is also mentioned that the current regime gives preference to the factor of zoning preparedness (as well as negotiability at consulting points) over society-wide benefits. The authors offer their own ranking of significant projects based on the chosen utility assessment methodology. Among other events, in response to criticism by SAO, civic initiatives and the European Commission, the Ministry of Transport began in 2011 to develop a project called "Transport Sector Strategy, 2nd Phase", which states individual priorities in transport infrastructure construction to be co-financed by EU (in more detail see www.dopravnistrategie.cz).

Within the procedures of project assessment, the first step was to construct a transport model of the Czech Republic which takes into account current conditions and limits, and, based on the scenarios for the development of each model, components predictions were made for the years 2020 and 2050. The analytical part, in which the transport demand and its expected development should primarily be identified, is the basis for the designing part, in which the priorities for transport infrastructure construction in the Czech Republic are stated, and multi-criteria evaluation is applied. The results confirmed intuitive premises: the greatest number of points were given to the missing part of the R1 Prague ring between Běchovice and the D1 motorway, followed by the section of the D1 between Říkovice and Přerov, and the missing sections of the R35 expressway (see more details in Vachtl et al., 2013).

3. Assessing traffic intensity changes in the affected area: Case study – D47 motorway

For the assessment of changes in traffic intensities in the area affected by the opening of the D47, the data from the traffic census on Czech motorways and roads were used. The census is conducted by RMD every five years. The required time series were obtained by using data from 2000, 2005 and 2010 (NTC, 2000, 2005, 2010), bearing in mind, though, that the 2010 data do not necessarily reflect the change in route selection preference of all potential D47 users, since the service was limited in part of the year 2010, and also due to the then-ongoing process of "acclimation" to the new alternative. From this point of view, it will be results obtained in 2015 that will be significant, as at that time the route preferences will be stabilized. The data used

were the basic data showing the annual average of daily traffic (AADT) indicating the number of passenger vehicles in 24 hours on a given section⁵. The methodological approach first involved the definition of the affected road network (see Fig. 1), in which traffic conditions could be influenced by changes in route preference connected to the opening of the motorway. The monitored network was subsequently divided into sections (edges between major centres or nodes), for which relevant values of traffic intensity were defined based on the traffic census data. The procedure

consisted in finding the point of the lowest traffic intensity between two centres or nodes, i.e. finding a section in rural areas with the lowest traffic load. These least-frequented sections between centres should theoretically best reflect the real contact between them, since it can be postulated that this eliminates the traffic relations connected to reaching facilities, which are more influenced by regular short-distance travelling (e.g. more intensive contacts are to be identified at counting points located between the centre of a town and its surrounding area).

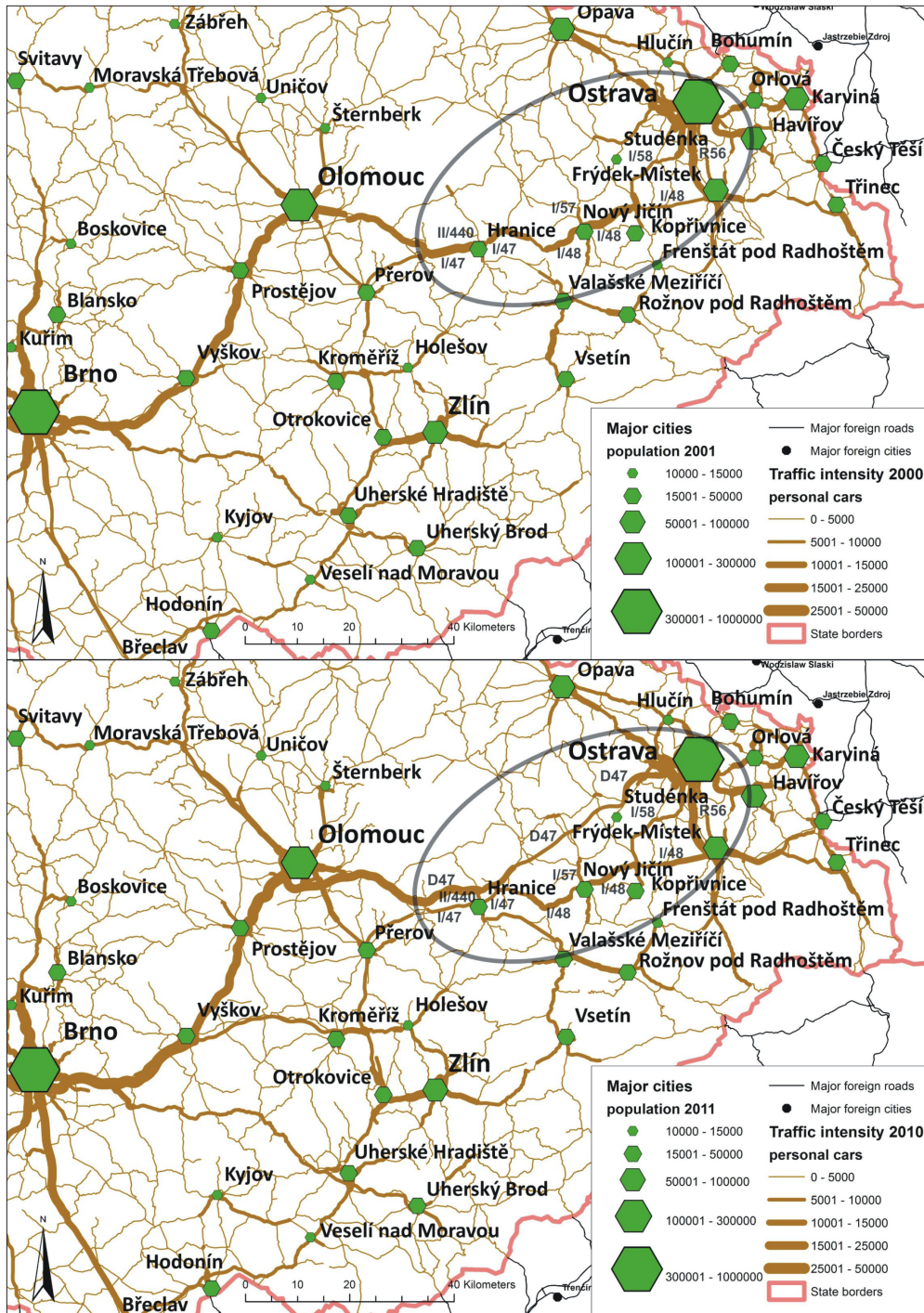


Fig. 1: Determination of relevant road network, including traffic volume (2000 and 2010)
Sources: NTC 2000, 2010

⁵ Focusing mainly on the analysis of passenger vehicles is necessary due to the methodological changes in the heavy goods vehicles census between 2005 and 2010. The use of passenger cars is simultaneously preferable for their greater flexibility and possibility to use the unfinished D47 at a higher rate than trucks in 2010.

This applied concept of the point with the lowest traffic intensity is one of the analytical methods used by the transport geographer J. Hůrský (1978) for identifying traffic divisions. Given the need to compare different sections in three time series, it was always necessary to monitor the same census section, since in some cases during the years the lowest traffic point shifted on the monitored edge of the network if it had more sections. Since the focus is on the assessment of the D47, the basic census section was the point with the lowest traffic intensity as of the year 2010, and this section was subsequently compared to the identical section in 2005 and 2000, provided that it had existed and had been monitored at that time. It is necessary to point out a number of partial limitations of this procedure and methodology (such as the selection of a representative section with the lowest traffic, general impact of transport behaviour changes on traffic intensity without the influence of the new motorway, the lack of data on directional relationships of each section, and the consequent lack of data on the ratio of local, regional and transit traffic flows, etc.). These limitations can eventually influence the final assessment, which is in some cases supported by subjective decisions of the authors. The partial limitations, however, do not preclude structural and chronological comparison, since the results of the censuses obtained in different years are comparable (a similar methodology had been used).

For assessing the D47 degree of impact on the changes in traffic relations, it was useful to select sections, which had been used prior to the opening of the motorway, mostly for connecting the Ostrava region with other regions of the Czech Republic and also for transit connection, especially in the south-west–north-east axis. In particular these were the roads I/58 in the Ostrava–Příbor section, R56 in the Ostrava–Frýdek-Místek section, R/I/48 in the Frýdek-Místek–Bělotín section and I/47 in the Bělotín–Lipník nad Bečvou section. Results of the traffic intensity in the monitored sections in each year confirm the intuitive premises of the change in the spatial distribution of traffic relations in the affected area. This is evident from Table 1, which contains the values of intensities in sections which were previously (during the censuses of 2000 and 2005) used for supra-regional contacts, now redistributed to the D47 (the 2010 traffic census). In these sections, it can be noticed that after the previous growth or stagnation between the years 2000 and 2005, the traffic intensities decreased significantly (by several dozen percentage points) between 2005 and 2010, especially in the case of the Ostrava

connection by the road I/58 (decrease by 27.4%) followed by the I/48 (decrease by 10.6–23.6%) and the I/47 (decrease by 43.4–57.9%) in the direction of Olomouc.

Changes are also evident in the sections of roads I/57 and II/440, which are concurrently fulfilling the role of feeder roads to the motorway in the direction of Nový Jičín and Hranice, where, by contrast, the traffic intensity has increased. From the point of view of traffic shift in favour of the D47, the values for the lowest traffic points in the Ostrava–Frýdek-Místek section remained surprisingly practically unchanged (decrease by 4.0%) between 2005 and 2010. From this, it can be deduced that the section was not preferred as a connection between the Ostrava region and the main network of the Czech Republic even earlier, despite its high quality and large capacity. On the other hand, it is also possible that the difference in intensities caused by the shift of traffic to the D47 is not evident because of increasing contacts between Ostrava and Frýdek-Místek. This is further intensified by residential buildings near the Beskydy Mts., whose inhabitants usually work in the regional centre and therefore mostly use the R56 for individual transport given a large percentage of car transport. These arguments are, however, only speculative, since they cannot be confirmed using the available database, which does not capture destinations of traffic relations which constitute aggregated traffic intensity. In order to find out actual information on the traffic load structure in a specific section, it would be necessary to conduct a costly traffic survey that would be extremely difficult for individual car transport.

Although the traffic census data concerning the heavy good vehicles are affected by methodological changes between the years 2005 and 2010, the monitored sections were also calculated for this type of road transport modes. From this point of view, the results have to be used more carefully because the causality of the main changes can be connected with the variable quality of the data. In general, it is possible to suppose similar changes in the traffic distribution of all road transport modes. The results of the basic analysis confirmed analogous changes mainly in the Ostrava–Příbor–Nový Jičín–Hranice axis, where the traffic intensities decreased significantly (more than in the changes of passenger vehicles) between 2005 and 2010, following previous growth in 2000 and 2005. The greatest changes were identified in the Bělotín–Lipník nad Bečvou section (decrease by ca. 80%), which was practically fully opened also for heavy goods vehicles in 2010. Changes are also obvious in

Section	Traffic intensity (AADT)			Change (%)	
	2000	2005	2010	2000/2005	2005/2010
R56 Ostrava - Frýdek-Místek	13,906	21,877	21,002	57.3	- 4.0
I/58 Ostrava - Příbor	9,858	10,069	7,311	2.1	- 27.4
I/48 Frýdek-Místek - Příbor	8,526	9,893	8,840	16.0	- 10.6
I/48 Příbor - Nový Jičín	16,002	18,997	14,523	18.7	- 23.6
I/R 48 Nový Jičín - Bělotín	10,239	12,114	9,711	18.3	- 19.8
I/57 Hladké Životice - Nový Jičín	2,468	2,797	4,401	13.3	57.3
I/47 Bělotín - Hranice	13,403	13,947	5,866	4.1	- 57.9
I/47 Hranice - Lipník nad Bečvou	15,377	16,839	9,526	9.5	- 43.4
II/440 MÚK Hranice - Hranice	2,935	2,576	5,001	- 12.2	94.1

Tab. 1: Traffic intensity values of passenger vehicles in the monitored sections of the affected road network
Sources: NTC 2000, 2005, 2010; authors' calculations

the sections of roads I/58 (decrease by nearly 60%) and I/48 (decrease by ca. 50%). On the other hand, in case of the Ostrava connection by the road R56, the increased (20%) heavy vehicles transport between 2005 and 2010 was hardly noticed. In the Ostrava–Frýdek-Místek section, different results for R56 were identified in assessing changes in passenger car intensities as well.

4. Traffic intensity on the D47 motorway: forecast vs. reality

The actual utilisation of the new D47 motorway, which has changed the route preference for many connections and especially connections with supra-regional centres, can be again demonstrated by data from the 2010 traffic census (NTC, 2010). Analogically to the procedure described in the previous section, elements of the motorway were roughly determined (see Fig. 1), and for each of them the census section with the lowest traffic intensity was identified. The obtained real values of traffic intensities for the year 2010 were subsequently compared with the predictions of traffic load for 2010, 2030 (both derived from the 2000 data) and 2040 (based on data from 2010), which are presented by RMD in their information materials (RMD, 2009, 2012)⁶. Again, only those census sections with the lowest predicted values were taken into account. Finally, in the following section the real and predicted values are compared with the results of the authors' own predictions, which were based on a gravity model applied to the given area.

The values of real traffic intensities (see Tab. 2) on the D47 ranged from about 13,000 vehicles in the section with the lowest traffic load to 22,000 vehicles in the section with the highest traffic load. Compared with the RMD prediction based on the 2000 data and followed by adjustments according to

growth coefficients, real values were approximately by 5,000–10,000 vehicles lower than expected in 2010. The same can be seen in the case of predictions for more distant dates, when the traffic intensity grew together with the assumed further growth of motorization, an increased ratio of individual car transport in the overall passenger transport performance and more flexible freight transport. Even if this is a long-term perspective, it is already possible to point out the relatively high values of traffic intensity predicted for 2040 based on the 2010 data, when the expected daily intensity for the section of the D47 between Lipník nad Bečvou and Běloutín is expected to reach over 50,000 vehicles (in 2030 approx. 35,000).

It may be noted for comparison that traffic intensities on the busiest motorway in the Czech Republic (D1) in the section between Mirošovice (exit 21) and Kývalka (exit 182), which is now already less burdened by regular traffic between Prague and Brno than it was in 2010, are by 10,000–15,000 vehicles lower than those predicted for the D47 Lipník nad Bečvou–Běloutín section. The current traffic intensity in this section is comparable to the intensity of the D11 motorway and the R10 road on the borders of the Central Bohemia region, or the D2 motorway between exit 11 and Břeclav (exit 48). The intensity of the Běloutín–Ostrava section is then comparable to the traffic load on the R4, R6 and R7 expressways at a distance of approximately 20 km from the administrative borders of Prague. It is also comparable to the most frequented first-class roads (such as the road I/3 and I/35). Based on what has been stated above, it is possible to conclude that the predictions of traffic intensities for the D47 presented by RMD before the construction, were overestimated as compared with the already known real data. However, it is necessary to objectively recall that the predictions were construed for the whole D47 route, i.e. counting on its connection with the Polish A1, which had not been finished by the time of the 2010 census.

Section	Real traffic intensity (AADT)	Prediction of traffic intensity by RMD			Own prediction of traffic intensity
	2010	2010	2030	2040	2015
D47 Ostrava – Hladké Životice	13,189	18,000	21,900	33,000	33,260
D47 Hladké Životice – Běloutín	13,761	16,900	20,600	32,000	30,220
D47 Běloutín – MÚK Hranice	16,500	29,800	36,300	53,000	31,440
D47 MÚK Hranice – Lipník nad Bečvou	22,561	29,500	35,900	52,000	31,440

Tab. 2: Real and predicted traffic intensities on the monitored D47 sections. Sources: NTC 2010; RMD 2009, 2012; authors' own calculations

Note: All values include information for the volume of all road transport vehicles

5. Gravity model application on the affected area

Our own prediction, which, by means of a comparison with the "official" RMD predictions and real data, can contribute to the discussion, is based on the gravity model (for more detail see Chmelík, 2008; Chmelík, 2008, quoted in Marada et al., 2010). The application of the gravity model is still useful for studying traffic relations, especially when identifying basic interaction intensities in space or simulating changes of traffic relations distribution caused by a new route. A general prerequisite for modelling is the assertion that a certain spatial distribution of regional

centres together with a certain configuration of transport network, objectively determines the basic features of spatial interaction in a given area (Řehák, 1992). For the application itself, we used a basic form of the model (e.g. Řehák, 1992; Haggett, 2001; Black, 2003; Rodrigue et al., 2006), which is for each pair of centres determined by the general formula:

$$X_{ij} = (M_i \times M_j) / D_{ij}^b,$$

where X_{ij} is a dimensionless expression of the strength of mutual relations between the centres i and j , i.e. the

⁶ Real values for all transport volumes were used for a comparison in the year 2010 because the prediction of traffic load by RMD was based on total traffic load. The results may be affected by methodological changes in the traffic census of heavy goods vehicles between 2005 and 2010.

interaction or the traffic relation between these two centres; M_i and M_j are so-called masses of the centres; D_{ij} is a distance between the centres; and b is a parameter determining the distance typical of a given task.

This model monitors the major road network influencing traffic relations in the Ostrava region, whose territory corresponded to the meso-region of Ostrava determined during the division of the Czech Republic into socio-geographical regions in 2001 (Hampl, 2005). The mutual relationships between micro-regional centres, as well as between main centres of the Ostrava region and inter-regional and national centres of the Czech Republic and its neighbouring states, are combined on the monitored road network. In the case of the Czech Republic, the mass of the centre in this model is represented by the indicator of complex size (an aggregate based on the number of inhabitants and jobs, for more details see Hampl, 2005), and the number of inhabitants in the case of centres in another state. The model is considered symmetrical with the assumption that the emissivity and attractiveness of each of the monitored centres with a mass are directly proportional to the mass of the centre. The distance between the centres is expressed as time required for the travel, with road network changes in the surveyed years being taken into account.

The model was at first constructed for the years 1990 and 2000, based on data from the national traffic census. For each edge of the monitored network, we used the intensity value, which corresponded to the point with the lowest traffic load between two centres. The aim of the calibration was to find such values for the distance influence parameter b , with which the real values for the surveyed years would correspond to the model values as much as possible. After having obtained these parameter values from the calibration for 1990 ($b = 2.4$) and 2000 ($b = 2.1$), which corresponded to the expected transport trends (decreasing importance of distance on transport interactions, increasing transport intensities), it was possible to determine the parameter used in model construction for the period after 2010 ($b = 2.0$)⁷. This model is based on the form of a reference equation used for the year 2000, while it also already includes expected changes in the temporal distance between the centres due to the construction of D47. At the same time, the predicted values for each of the edges were adjusted by way of the divergence of real (for 2005) and theoretical (model-based) traffic loads, so that they would correspond to actual relations in the system existing in 2005 as much as possible. This procedure is obviously only a very simplified prediction and features all of the problems connected with the application of basic interaction models (distance being the only differentiating factor; theoretical assumption of a stable regional system; the very settings of the model, including the subjective perspective of the researcher, etc.). Therefore, it is necessary to perceive the obtained results of the predicted intensities only as a rough estimate, which is nevertheless still valuable, especially if compared with analogical outputs.

The model we used generated results of expected traffic load for the D47 (see Tab. 2), for which the value of intensity for the complete monitored section was slightly over 30,000 vehicles per day. This traffic load corresponds to the values given by RMD (for 2010 and 2030) in the prediction for the section Lipník nad Bečvou–Bělotín, which is used for all long-distance or transit transport

in the south-west–north-east axis. The real traffic load in 2010 was, however, lower than both of the predictions by approximately 10,000–15,000 vehicles. In contrast to the “official” prediction, our model overestimated the Bělotín–Ostrava section, predicting the traffic load to be higher by 10,000–15,000 vehicles. Moreover, real values for this section in 2010 were lower by approximately 20,000 vehicles. As mentioned with respect to the RMD forecast, it is also necessary in this context to note that our model was constructed upon the assumption that the motorway would be completed and would provide not only a connection with the domestic network but also with Poland, which was not achieved by the time of the 2010 census. Some reasons for such a high traffic load model values can be found mainly in the overestimated traffic connections with the Katowice conurbation, the realistic connection of which to the Ostrava region and other metropolitan regions in the Czech Republic is in reality probably much weaker (see also Körner, 2012).

This prediction is also due to the nature of the model, which takes into account only the size characteristics and change in the distance, ignoring any qualitative aspect of mutual relations, which is, especially in the context of structural issues of both neighbouring regions, one of the factors influencing lower demand and supply. This is also confirmed by the fact that for the Ostrava–Bohumín motorway section, from which most contacts between the Ostrava region and Poland are realised (including those which are realised through the border crossing in Český Těšín/Chotěbuz), the model predicted a high and for the following decades probably unreal value, of more than 50,000 vehicles per day. From a methodological point of view, in order to eliminate the improbable values, it is possible to include in the model input data such measures like decreasing the size of centres in another state or quantifying the barrier of the state border, by which the mutual resistance of the centres is theoretically increased. The second reason for the high traffic load value in the Bělotín–Ostrava section is a generally assumed increase in the interaction between Ostrava and the surveyed centres of the Czech Republic, and also with the districts of Nový Jičín and Valašské Meziříčí, for which Ostrava will become better accessible because of the motorway.

Apart from the prediction of the D47 traffic load, it is possible to compare the results obtained from our model for the monitored network with real values for 2012. In general, the model predicted a significant shift of traffic relations from the previous Ostrava–Příbor–Nový Jičín transit axis realised by the I/56 and I/48 roads, in favour of the D47. Compared to real data, the model predicted an even steeper drop of traffic intensities in these sections (by approximately 3,000–8,000), especially due to the premise that all contacts would be already realised by the connection, which is more convenient in terms of time economy. It is obvious that this premise, necessary for the construction of the basic model, however, can not be objectively fulfilled, since many factors influence route preference, including the financial aspect concerning motorway fees. Similarly, in accordance with the real data analysis (see above), the model also predicted that the D47 would have only a limited influence on the traffic load in the Ostrava–Frydek-Místek section. By contrast, the results obtained from the model predicted a higher traffic load, which was mostly influenced by the general increase of intensities caused by the selected distance parameters used for the model construction.

⁷ Derived empirically, the value stated above corresponds to the values usually applied in gravity modelling.

In addition to the above stated results, the model can also to a certain degree make up for the main absence of traffic load data on network edges, i.e. for the proportion of each relation on the overall traffic load. This procedure has also been applied in the above-mentioned study (Chmelík, 2008), where the author made an illustrative estimate of the proportion of each connection in the Příbor–Nový Jičín section, by which all the long-distance transport from/to Ostrava and the transit transport through the region, was realised in the surveyed year of 2000. Based on the results of the model, it is possible to state that traffic relations between Ostrava and other centres included in the model constitute 50% of the overall traffic burden on the monitored section. Next come (again strong – see above) transit relations with Katowice and Krakow with 35%, and other relations between the inter-regional (e.g. Frýdek Místek–Prague) and micro-regional (e.g. Frýdek Místek–Nový Jičín) centres with the remaining 15%. These are, however, only approximate results, as it is practically impossible to verify them with real data with respect to directions.

6. Conclusions

This discussion of approaches to the assessment of effectiveness and societal benefits of a transport infrastructure project based on considering the spatial distribution and traffic interaction intensity as the major direct impacts, allows for pointing out significant differences between the situation in the Czech Republic and Western Europe. Especially in the Anglo-Saxon countries, the assessment of transport infrastructure projects is based on methods (reviewed in Hayashi, Morisugi, 2000), which take into account mainly time economy as the most significant factor causing changes in transport intensities. In the Czech Republic, this approach was not fully embraced, especially in the past. Factors other than transport effectiveness are often used for prioritisation, especially territorial preparedness (see Viturka et al., 2012), which is related to the ease of negotiation across the consulting points. This can be proved easily by the R35 expressway project, which has been for a long time presented by political representatives and transport experts as a condition necessary for connecting Bohemia and Moravia as an alternative to the motorway D1, but the pace of realisation has been very slow compared to other projects. A signal for improving prioritisation in the transport infrastructure of the Czech Republic can be seen in the project of transport strategies currently being prepared by the Ministry of Transport, as it should define priorities binding for transport infrastructure construction, based on the assessment of peoples' actual needs.

Another issue which precedes the prioritisation issue is data input, which is necessary for any relevant assessment. The restrictions of databases are not only an issue in the Czech Republic. The main problem is the lack of data on traffic flow, i.e. about the starting point and destination of traffic participants. This, though, is absolutely logical given the nature of individual transport. By contrast, the data on traffic intensity in individual sections are easily accessible from the national traffic census. These data, however, provide no information on direction and are therefore more difficult to use for assessing the impact of new connections in a given area. For this reason, they are often subsequently adjusted in order to fit the analyses, transport models and simulations.

The core of this paper was a case study in which we at first evaluated changes in transport intensities in concrete sections of a relevant road network, which might have been due to changes in route preference due to the opening of

the D47. The results of the basic analysis, which capture the development of traffic intensities of passenger vehicles in the predefined sections, confirmed the intuitive premises about the redistribution of traffic relations in those centres for which the new connection offered a more time-saving alternative. In particular, a greater part of traffic flow in the Ostrava–Příbor–Nový Jičín–Hranice axis was shifted to the new motorway. By contrast, the traffic on the Ostrava–Frýdek Místek–Příbor route changed less significantly, which confirms the assumption that this section had not been used for supra-regional relations even in the past. This assumption is in conflict with some of the earlier proposals for connecting the Ostrava region on the motorway network only by the R56 expressway (see, e.g. Robeš, Růžička, 1998).

The general question is how to distinguish between the distributive and generative effects of new transport intensities on the D47, which is difficult, among other factors, also due to the necessity of assessing impacts on the competitiveness of major transport modes. Nevertheless, it can be assumed that a significant part of the traffic load is the shifted traffic (distributive effect), which can be supported both by the fact that traffic intensities between 2005 and 2010 stagnated (see Viturka et al., 2012), and by the fact that the commuter traffic flow from the Ostrava region streaming especially to Prague is much more than in other Czech regions realised by high-quality railway transport, which can compete with car transport. The process of transport induction (generative effect) will then probably be evident especially in those sections where residents of settlements near entrance ramps can potentially commute daily to other centres, especially Ostrava, due to the decrease in time needed for the travel. This assumption, though, should be confirmed first by detailed research in which it would also be possible to compare traffic intensity changes on motorways and expressways heading in a radial manner towards Prague, where the changes can be expected to be more dynamic.

The second part of the case study dealt with an evaluation of the utility and significance of construction, part of which is the prediction of traffic intensity values. In the case of the D47, the prediction was even more interesting because the decision-making bodies did not make any relevant assessments, and therefore it was not possible to compare alternatives or conclude that this project was needed more than the other ones. The accessible data on the traffic load in 2010 allowed for a comparison of the official prediction elaborated for RMD before the motorway opening, based on modelling in a specialized software in which the future growth rates of traffic intensities were included (ADIAS, 2001; RMD, 2009, 2012). These results were also compared with our own prediction based on a gravity model for the affected area. A partial aim of both predictions was to find out if the geographic application of this elementary form of the gravity model based on the selection of major interrelated centres in the region and relevant centres outside the region, and including also changes in the size and significance parameter, can compete with the output of software used by transport engineers. The results showed that the predicted values were overestimated, especially the values predicted in our model for the sections leading to Ostrava. This does not diminish the value of such predictions, since they were calculated with the assumption that the motorway would be completed, which was not yet the case by the 2010 traffic census, as has been already stated above. But, in this context, we should point to Körner's opinion (2012) that predictions are sometimes deliberately overestimated in order to push the motorway project through.

Nevertheless, the results confirmed that the application of a basic gravity model can generate relevant and valuable output, especially when taking into account that after further adjustments of the input, it could be comparable to the official models based on which the factual decisions about transport infrastructure building are made. This is a key matter in the situation in which the complexity of the official models practically does not allow an intuitive review of the output data. It is also likely that the application of such models will still be topical given the permanent lack of the required more accurate directional data. And, since every model significantly generalizes reality, a sensitive interpretation of results and their critical assessment will continue to be a necessity.

Acknowledgement

This contribution was prepared from the research project number P404/12/1035: "Spatial Dynamics of Transport Relationships in the Settlement System of Czechia", granted by the Grant Agency of the Czech Republic. The authors are much obliged for this generous support.

References:

- ADIAS (2001): Dálnice D1 a D47 v úseku Holubice–Polsko. Stanovení intenzit dopravy – průvodní zpráva. ADIAS, Brno, 10 pp.
- BANISTER, D., BERECHMAN, Y. (2001): Transport investment and the promotion of economic growth. *Journal of Transport Geography*, Vol. 9, No. 3, p. 209–218.
- BARTOŠ, L. et al. (2010): Prognóza intenzit automobilové dopravy (TP 225). EDIP, 22 pp.
- BAUEROVÁ, D., RAMÍK, J. (2004a): Modeling the Influence of the New Motorway D47 from Lipník to Ostrava by the Concept of Economic Potential of the Regions. In: Bulava, P. et al. [eds.]: *Studies and Analyses of the Macro- and Microeconomic Systems Structures and Behavior Using the Economic-Mathematical Methods*. VŠB-TU, Ostrava, p. 141–162.
- BAUEROVÁ, D., RAMÍK, J. (2004b): Economic Potential of the Regions Based on Gravity Models. In: Bauer, L.: *Proceedings of the 22nd International Conference Mathematical Methods of Economics 2004*, Masarykova univerzita, Brno, p. 16–21.
- BLACK, W. R. (2003): *Transportation: a geographical analysis*. The Guilford Press, New York, 375 pp.
- BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, H. et al. (2008): Analýza každodenního dopravního chování dospělého městského obyvatelstva a nástroje regulace dopravy. Závěrečná zpráva z projektu MD 24/2006-430-OPI/3 z OP „Infrastruktura“ – Priorita 2 (2.4). Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí, 281 pp.
- HALÁS, M. (2005): Dopravní potenciál regiónov Slovenska. *Geografie*, 110, No. 4, p. 257–270.
- CHMELÍK, J. (2008): Modelování prostorových interakcí na příkladu Ostravska. Diplomová práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje PŘF UK, Praha, 97 pp.
- GROSCHÉ, T., ROTHLAUF, F., HEINZL, A. (2007): Gravity models for airline passenger volume estimation. *Journal of Air Transport Management*, Vol. 13, p. 175–183.
- GÜHNEMANN, A., LAIRD, J. J., PEARMAN, A. D. (2012): Combining cost-benefit and multi-criteria analysis to prioritise a national road infrastructure programme. *Transport Policy*, Vol. 23, p. 15–24.
- GUTIÉRREZ, J. (2001): Location, Economic Potential and Daily Accessibility: An Analysis of the Accessibility Impact of the High-speed Line Madrid–Barcelona–French border. *Journal of Transport Geography*, Vol. 9, No. 4, Dublin, p. 229–242.
- GUTIÉRREZ, J., URBANO, P. (1996): Accessibility in the European Union: the impact of the trans-European road network. *Journal of Transport Geography*, Vol. 4, No. 1, p. 15–25.
- HAGGETT, P. (2001): *Geography – a Global Synthesis*. Prentice Hall, London, 833 pp.
- HAMPL, M. (2005): Geografická organizace společnosti v České republice: Transformační procesy a jejich obecný kontext. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PŘF UK, Praha, 148 pp.
- HAYASHI, Y., MORISUGI, H. (2000): International comparison of background concept and methodology of transport projects appraisal. *Transport Policy*, Vol. 7, p. 73–88.
- HŮRSKÝ, J. (1978): Metody oblastního členění podle dopravního spádu: úvod do teorie předělů osobní dopravy. *Rozpravy ČSAV*, 6, Academia, Praha, 96 pp.
- JEŘÁBEK, M., MARADA, M. (2003): Regionálněgeografické hodnocení území ovlivněného trasou dálnice D8 a výběr ukazatelů pro stanovení nepřímého užítka výstavby dopravní infrastruktury (příloha). In: Lehovec, F. et al.: *Komplexní hodnocení užítka výstavby dopravní infrastruktury*. Fakulta stavební, ČVUT v Praze, Praha, 18 pp.
- JUREČKA, V. (2003): Přeměna „D47“ v politicko-ekonomický fenomén. In: VI. Mezinárodní kolokvium o regionálních vědách, Masarykova univerzita, Brno, p. 79–85.
- KÖRNER, M. (2012): K hodnocení přínosů vybraných tras silniční infrastruktury. *Urbanismus a územní rozvoj*, Vol. XV, No. 2, p. 35–36.
- KRAFT, S., BLAŽEK, J. (2012): Spatial interactions and regionalisation of the Vysočina Region using the gravity models. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium, Geographica*, Vol. 43, No. 2, p. 65–82.
- KRAFT, S., MARADA, M., POPJAKOVÁ, D. (2014): Delimitation of nodal regions based on transport flows: case study of the Czech Republic. *Quaestiones Geographicae*, Vol. 33, No. 2, p. 139–150.
- KUTA, V. (2000): Rozvojové problémy ostravské aglomerace. Magistrát města Ostravy – Útvar hlavního architekta, Ostrava, 253 pp.
- LEE Jr., D. B. (2000): Methods for evaluation of transportation projects in the USA. *Transport Policy*, Vol. 7, p. 41–50.
- LEHOVEC, F. et al. (2003): Komplexní hodnocení užítka výstavby dopravní infrastruktury. Fakulta stavební, ČVUT v Praze, Praha, 74 pp.
- MATSUMOTO, H. (2007): International air network structures and air traffic density of world cities. *Transportation Research Part E*, 43, Elsevier, p. 269–272.
- MARADA, M. (2008): Transport and geographical organization of society: Case study of Czechia. *Geografie*, Vol. 113, No. 2, p. 285–301.

- MARADA, M., KVĚTOŇ, V., VONDRÁČKOVÁ, P. (2010): Doprava a geografická organizace společnosti v Česku. Edice Geographica, ČGS, Praha, 165 pp.
- MORISUGI, H. (2000): Evaluation methodologies of transportation projects in Japan. *Transport Policy*, Vol. 7, p. 35–40.
- NTC (2000): National Traffic Census 2000. [online] [cit. 25.02.2013] Available at: URL: www.rsd.cz/doprava/scitani_2000/start.htm
- NTC (2005): National Traffic Census 2005. [online] [cit. 25.02.2013] Available at: URL: www.scitani2005.rsd.cz
- NTC (2010): National Traffic Census 2010. [online] [cit. 25.02.2013] Available at: URL: <http://scitani2010.rsd.cz/>
- PRÁŠIL, M. (2007): Dálnice 1967–2007. Zvon, 134 pp.
- PRESTON, J., O'CONNOR, K. (2008): Revitalized transport geographies. In: Knowles, R. [ed.]: *Transport geographies: Mobilities, Flows and Spaces*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, p. 227–237.
- QUINET, E. (2000): Evaluation methodologies of transportation projects in France. *Transport Policy*, Vol. 7, Elsevier Science, p. 27–34.
- ŘEHÁK, S. (1992): Sidelně dopravní model ČSFR a jeho územní souvislosti. *Geografický časopis*, Vol. 44, No. 1, p. 59–72.
- ŘEHÁK, S. (1997): Modely jako nástroj včasného varování. In: Patrik, M. [ed.]: *Alternativní trendy dopravní politiky v ČR. Sborník ze semináře v Rybníku u Pobežovic*. Český a Slovenský dopravní klub, Brno, p. 27–35.
- ŘEHÁK, S. (2004): Geografický potenciál pohraničí. In: Jeřábek, M., Dokoupil, J., Havlíček, T. et al.: *České pohraničí – bariéra nebo prostor zprostředkování?* Academia, Praha, p. 67–74.
- REPHANN, T. J. (1993): Highway Investment and Regional Economic Development: Decision Methods and Empirical Foundations. *Urban Studies*, 30, No. 2, p. 437–450.
- RIETVELD, P., BRUINSMA, F. (1998): Is Transport Infrastructure Effective? *Transport Infrastructure and Accessibility: Impacts on the Space Economy*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 383 pp.
- RIETVELD, P., VICKERMAN, R. (2004): Transport in regional science: The “death of distance” is premature. *Papers in Regional Science* 83, RSAI, p. 229–248.
- RMD (2009): Informační publikace o projektu D47. [online] [cit. 15.09.2010] Available at: URL: <http://www.rsd.cz/doc/Silnicni-a-dalnicni-sit/Dalnice/publikace-o-projektu-d47>
- RMD (2012): Informační publikace o projektu D47. [online] [cit. 02.08.2012] Available at: URL: <http://www.rsd.cz/doc/Silnicni-a-dalnicni-sit/Dalnice/publikace-o-projektu-d47>
- ROBEŠ, M., RŮŽIČKA, J. (1998): Alternativní návrh koncepce rozvoje dopravních sítí České republiky do roku 2010. Český a Slovenský dopravní klub. [online] [cit. 25.09.2012] Available at: URL: http://dopravniklub.ecn.cz/texty_alter.shtml
- RODRIGUE, J.-P., COMTOIS, C., SLACK, B. (2006): *The Geography of Transport Systems*. Routledge, London, 284 pp.
- SAO Bulletin (2003): Auditing Action 02/10, Finanční prostředky vynaložené na rozvoj dopravních sítí v České republice. p. 122–131. [online] [cit. 25.09.2012] Available at: URL: < <http://www.nku.cz/kon-zavery/K02010.pdf> >
- SAO Bulletin (2005): Auditing Action 04/25, Rozvoj dopravní infrastruktury v regionech soudržnosti Střední Morava a Ostravsko. p. 223–230. [online] [cit. 25.09.2012] Available at: URL: < <http://www.nku.cz/kon-zavery/K04025.pdf> >
- SCHEJBALOVÁ, B., TEPEROVÁ, K. (1999): Co očekáváte od dálnice D47, Ostravané? *Urbanismus a územní rozvoj*, No. II, No. 5, p. 11–12.
- SUCHÁČEK, J. (2005): Restrukturalizace tradičních průmyslových regionů v tranzitivních ekonomikách. VŠB-TU, Ekonomická fakulta, Ostrava, 221 pp.
- VACHTL, M. et al. (2013): *Dopravní sektorové strategie 2. fáze (souhrnný dokument)*. Ministerstvo dopravy, Praha, 305 pp. [online] [cit. 05.08.2013] Available at: URL: <http://www.dopravnistrategie.cz/>
- VICKERMAN, R. (2000): Evaluation methodologies for transport projects in the United Kingdom. *Transport Policy*, Vol. 7, p. 7–16.
- VICKERMAN, R. W., SPIEKERMAN, K., WEGENER, M. (1999): Accessibility and Economic Development in Europe. *Regional Studies*, Vol. 33, No. 1. p. 1–15.
- VITURKA, M., PAŘIL, P., TONEV, P. (2012): Hodnocení účelnosti projektů výstavby dopravní infrastruktury (Případová studie dálnic a rychlostních silnic České republiky). *Urbanismus a územní rozvoj*, Vol. XV, No. 2, p. 28–34.
- ZAHRADNÍK, P. (2003): Zhodnocení přínosů a nákladů dálnice D47 na ekonomický a sociální vývoj České republiky, dotčených regionů, měst a obcí: kvalitativní a kvantitativní analýza. 43 pp. [online] [cit. 15.12.2007] Available at: URL: www.darius.cz/ag_nikola/zahradnik_studie.doc

Authors' addresses:

Mgr. Jakub CHMELÍK, e-mail: jakub.chmelik@natur.cuni.cz

RNDr. Miroslav MARADA, Ph.D., e-mail: miroslav.marada@natur.cuni.cz

Department of Social Geography and Regional Development, Faculty of Science, Charles University in Prague
Albertov 6, 128 43 Praha 2, Czech Republic

Initial submission 2 October 2013, **final acceptance** 26 September 2014

Please cite this article as:

CHMELÍK, J., MARADA, M. (2014): Assessment of the impact of a new motorway connection on the spatial distribution and intensity of traffic flows: A case study of the D47 motorway, Czech Republic. *Moravian Geographical Reports*, Vol. 22, No. 4, p. 14–24. DOI: 10.1515/mgr-2014-0020.

Assessments of Modal Split in Long-distance Passenger Transport¹

Jakub Chmelík²

Abstract: The goal of this paper is to present basic alternative assessments of the division of transport work (or also “modal split”) of main transport modes. For this, an example of selected long-distance connections between centres in Czechia, including an identification of major underlying factors, shall be exploited. The paper examines the competitiveness of rail transport in its relation to bus and individual automobile transport, and relations with a potential of rail transport are primarily selected. A logit model is applied within the selected set of relations. It is entered in particular by indicators of time (time of a ride, frequency of public transport lines) and finances (actual transport costs) through a financial expression of generalised costs. The purpose of the paper is to verify the selected procedure on the relations transport modes of which are similar, and to highlight the alternatives of a comprehensive assessment of the modal split of main transport modes in Czechia. In the conclusion, the gained results are used to outline further alternative prospects of the topic under observation.

Key words: transport modes, modal split, competitiveness of rail, transport accessibility, generalized costs

JEL Classification: C25, O18, R41

Introduction

The topic of identifying the division of transport work (or also “modal split”) and the factors underlying the choice of the actual means of transport have been a major research theme of the scientific disciplines examining the questions of transport in the long run. The demand for a study of the topic mentioned above is primarily caused by generally low consciousness of the share of individual transport modes in the modal split in a given relation that is mostly influenced by the usual ignorance of direction orientation of individual automobile transport as the main bearer of transport interactions. The absence of the necessary data has also a considerable impact on solution to

¹ This contribution was prepared thanks to research project number P404/12/1035 Spatial Dynamics of Transport Relationship in Settlement System of Czechia granted by Grant Agency of the Czech Republic. Author would like to thank Miroslav Marada and Viktor Květoň for valuable comments at the beginning of the study. Author also thank two anonymous reviewers for their helpful remarks and suggestions.

² Charles University in Prague, Faculty of Science, Department of Social Geography and Regional Development, Transport Geography Research Centre, Albertov 6, 128 43 Praha 2, Czech Republic; jakub.chmelik@natur.cuni.cz

practical tasks, especially in the sphere of strategy of the planning of offer of public transport as well as the planning of the influence of new transport infrastructure on modal split. In the conditions valid in Czechia, the urgent problem of identifying the real share of individual transport modes or individual carriers operating within the same relation or section in the modal split is associated with the questions of competition on the market in passenger transport within the economic competition policy. This involves specific tasks such as finding a suitable methodological mechanism for delineation of a relevant market (Kvizda 2011; Kvizda, Rederer 2012).

Competitiveness of individual transport modes within the modal split is influenced by a number of factors that are associated to a great extent with real spatial links of the centres arising from the geographic and transport position of a centre in the networks of individual transport modes (Marada 2006). They are closely connected to the character of settlement and the size of centres on the side of demand for transport, and with the level of public transport and transport infrastructure on the side of offer. In general, the factors influencing the choice of the mode with an impact on modal split can be divided into three groups (Ortúzar, Willumsen 2001; a similar division also e.g. Strandling, Anable 2008). The first group is constituted by a set of characteristics of the actor (passenger) that mainly include access to a car, driving license, marital status (for example, it can be presumed that the use of a car is influenced by the number of members of a household), income and type of employment (such as the possibility to use a company car) and, last but not least, the characteristics of the actor's place of residence (population density, urban versus rural area, transport position, etc.). The second group includes factors that influence the journey itself, when the choice of the mode is influenced by its purpose (such as the difference in the use of the means of transport for commuting to work or for a weekend trip journey, more e.g. Sheppard 1995) and the time when it occurs (such as a low offer of public transport in night hours, etc.). The third group of the underlying factors contains the characteristics of transport offer or transport opportunities for the population that can be divided into two categories: Quantitative and qualitative factors. The main quantitative factors that can be assessed rather well are as follows: The travel time (the time spent in a means of transport including walking, waiting at the stop, change, etc.), the price of transport (fare, fuel price, fixed operating costs, etc.) and, possibly, also the accessibility (and price) of parking. On the other hand, it is difficult to quantify qualitative factors that are often the most important circumstances influencing the choice of a means of transport. They can be in discrepancy with an economically rational choice. These "soft" factors primarily include comfort, conveniences, reliability, safety, etc. (for more see Ortúzar, Willumsen 2001).

The topic of assessment of regional differences in the distribution of modal split has only been examined marginally in Czech and Slovak surveys, primarily within a routine assessment of changes in the relation of spatial organisation of society and transport links. In the past decade, the attention has mainly been paid to studies evaluating the transport importance of centres on the basis of offer by public transport (e.g. Marada et al. 2010; Marada, Květoň 2010) or of road traffic volume (e.g. Kraft, Vančura 2009a), the competitiveness of individual modes on the basis of time accessibility (e.g. Kraft, Vančura 2009b; Seidenglanz 2009; Więckowski, Michniak et al. 2012; Horňák et al. 2013; Marada et al. 2014) or a combination of the above indicators along with theoretical intensities of interaction of centres (Chmelík et al. 2010; Horňák, Pšenka 2013).

Specific case of change of modal split was focused on the study by Kvizda and Seidenglanz (2014). They analysed short-term intermodal shift from air to railway transport after Iceland's volcano eruption in April 2010. The described studies are mainly based on traditional research approaches in transport arising from quantitative and predictive methods. They are often criticized due to their considerable generalization of real social processes and motivation of individuals whose behaviour is considered absolutely rational in these approaches (such as the choice of the shortest route). This focus is based on the interdisciplinary nature of the study of transport. In it, an increasing role is played by experts with a technical rather than social background (Hanson 2006), which is also influenced by a shortage of "soft" theoretical approaches in transport as well as transport geography itself (Goetz et al. 2004: quoted in Goetz et al. 2009). The existing approaches in transport were challenged by a group of researchers (primarily sociologists) associated within the "new mobilities paradigm" (in particular Sheller, Urry 2006, with further discussions by Shaw et al. 2008; Keeling 2008). Their attention is paid to the effort to clarify and understand the motivation of journeys and real human mobility as well as the interest in emotional and symbolic components of transport behaviour (Brůhová-Foltýnová et al. 2008) with the use of qualitative research methods. This type of research that is primarily of sociological nature widens the discussion regarding the factors underlying transport behaviour and motivation of the choice of a means of transport (Strandling, Anable 2008). They often have a specific focus, examining the sex, age, social status, subjective perception of feelings during a journey, etc. In Czechia, the research of sociology of mobility, transport behaviour and the choice of the means of transport was conducted by Brůhová-Foltýnová et al. (2008) and Braun-Kohlová (2010), while the issues of daily mobility and day-to-day life were dealt with by Temeľová et al. (2011) and by Mulíček et al. (2013).

The presented contribution loosely follows up on a previous study (Chmelík et al. 2010) that assessed the intensities of relations between Czechia's regional towns (i.e. a set of 78 relations) and the use of passenger rail transport, evaluated by means of three indicators: Offer of connections, the real demand, and modelled/theoretical interactions. The results revealed some interdependencies of the above-mentioned indicators for the individual relations, on the basis of which it was possible to identify a theoretical potential of railway transport towards other modes. The more this was true when looked at from the viewpoint of the relation of real demand (using the offer of rail lines) and model interactions that characterised the intensity of theoretical links of the centres.³ All of this was established without any deeper analysis of the modal split in a given relation or without inclusion of rival modes, bearing in mind the fact that the gained results are influenced by the initial set of relations with considerably differentiated structures.

The goal of the presented paper is to present basic alternative assessments of the modal split of main transport modes. One of the chief methods will be applied on the example of selected long-distance connections of centres in Czechia. At first, the basic alterna-

³ The basic form of a gravitation model was applied in which the distance between centres was characterised by time accessibility on railway and the mass of centres by simple population number.

tives to evaluate the modal split will be examined, especially in the sphere of the database available in Czechia, and a comparison to situation in Western-European countries will be made. On the basis of a discussion, a technique will be chosen to evaluate the share of main transport modes (individual automobile transport and public transport: Passenger railway transport and regular bus transport) for each specific relation. In accordance with a previous study (Chmelík et al. 2010) and the latest development on the transport market, the choice will be concentrated on relations with the presumption of a change in the potential of passenger rail transport. There will be a partial objective of identifying specific factors underlying the modal split. On account of the availability of the real data on modal split (see later text), the division of transport work will be observed in 2001, 2006, and 2011. In the conclusion, the values predicted by the model for 2011 (calibrated by the data from 2001, CSO 2003) will be compared to the real results of intensity of commuting by the mode from the 2011 Population and Housing Census (CSO 2013). This enables us to carry out a general assessment of whether the model can be used for the pursued objective. In connection with general trends in transport, one can presume in this interval an increasing share of individual automobile transport in the total modal split, with a slower pace in the relations with a quality public transport system. One can also presume that public transport will have the highest share in the relations situated along rail corridors and possibly also along motorways that provide an appropriate offer of lines. On the contrary, the lowest share can be expected in the relations with a lower offer of public transport (frequency, necessity to change), also determined by the quality of transport infrastructure. There is a similar situation in the case of identifying the share of modal split of railway and bus transport within the framework of public transport. In this sphere, one can presume a growing role of the railway in the relations linked by quality infrastructure in connection with a gradual modernisation of main lines and an extension of the offer of long-distance passenger railway transport in Czechia roughly from 2005 onwards. On the other hand, growing proportion of bus lines within the modal split of public transport can be presumed in relations with insufficient connection to the rail network. When it comes to the factors influencing the choice of the means of transport, in general it can be assumed that unlike the lower order levels, the role of the size of a centre that influences the level of transport opportunities for the population will not be an underlying factor in the sphere of long-distance rail links between Czechia's most important agglomerations. On the contrary, a major influence of transport location in the networks can be expected. The results themselves are followed up by the conclusion of the paper. Along with a summary of the main results and confirmation/refutation of research assumptions, the conclusion will include a critical assessment of the method used, including identification of the main problems and a proposal of their alternative solutions in possible subsequent research.

Alternative Assessments of Modal Split

In conditions of the Czech Republic, the basic assessment of modal split is rather limited by the available database. In general, the data from transport yearbooks (Transport Yearbook of the Czech Republic; Ministry of Transport 2013a; Transport Yearbook of Prague; TSK 2013, etc.) are primarily available each year. Based on the mandatory statistical enquiry ordered by the Transport Ministry, and on the surveys it conducts, the

yearbooks present values of transport output of individual modes in passenger transport. However, neither there are any detailed data on directions, nor any additional information (the purpose of a journey, etc.). Besides, it is not sufficiently evident in which way the values were collected, especially in the cases in which it is said that this is an expert estimate (such as output of individual automobile transport in the Transport Yearbook of the Czech Republic). Due to this, results of the Population and Housing Census (CSO 2003 and 2013) are the only comprehensive source of information on the share of individual modes in the modal split in Czechia. Among others, the Census records the data on the means of transport used for commuting to work and schools down to the level of Czechia's individual municipalities, which is an undeniable advantage. However, the use of the data is also burdened with a number of problems. Above all, there is an absence of a continual time series arising from a ten-year period of observation and of additional time needed to process the results. Particularly in the intercensal period it is necessary to be cautious when dealing with the information. This is caused by a considerable dynamics of changes in day-to-day mobility of persons, in the offer of public transport and transport infrastructure as well as changes in the transport market in some relations. Moreover, there is one significant defect: Limited time differentiation of the frequency of commuting. In the routinely available results, it is only presented as daily and non-daily (total). Besides that, it can be presumed that a part of the results was affected by a wrong or incomplete or deliberately false filling of census sheets. The issue of the incomplete data is noticeable mainly in the results of commuting flows from the 2011 census (CSO 2013), where the number of the captured data states just 1.5 million commuters against more than 2.3 million in 2001 (CSO 2003). From the viewpoint of the study of the modal split, there is the associated problem of the publication of the results by the Czech Statistical Office, as commuting is presented differently in the commonly accessible outputs of the two latest censuses. The 2001 census (CSO, 2003) only published commuting by transport modes in connection to movement of manpower. The results from the 2011 census (CSO 2013) also include modal distribution by commuting to schools. This means that the differences eventually reduce the data set that can be used for a comparison of both censuses. Obviously, the data that also contain commuting to schools will differ in a number of relations, given the assumption of a much higher share of the use of public transport in the case of this target group. The use of the data from the censuses for comparison of the intervals mentioned above is also affected by the fact that commuting was recorded from the place of usual residence in 2011, but from the place of permanent residence in 2001. This change in the census method has resulted in an apparent decrease in recorded direction of commuting flows between centres in Czechia, which has the biggest impact just on long-distance relations typical of non-daily (weekly) commuting. In connection with commuting flows, also necessary is a discussion on the relevance of these data that inherently only record regular movements within the journeys to work or school. However, a number of other movements with a different motivation as far as the journey is concerned is not recorded (shopping trips, visits to friends, outdoor and holiday trips). For-

eign surveys⁴ have revealed that the share of the journeys to work and to school accounts for roughly 30% of the total mobility expressed by passenger-kilometres. On the other hand, regular journeys (commuting and business trips) are usually the main purpose in long-distance mobility. Travel behaviour in commuting journeys is also more stable and homogenous than in case of others purposes (mainly leisure purposes journeys and visits to relatives and friends) (Hubert, Potier 2003). The surveys of transport behaviour which are conducted mainly in Western-European countries can serve to some degree to widening of the database about the modal split because one of the main spheres of interest is constituted by the questions about the destination (direction) of a journey, the means of transport used, and reason of the journey. The surveys are usually held under the auspices of the civil service, which ensures continual and guaranteed results. Although such surveys would be certainly profitable for the decisive actors (the Ministry of Transport, regions, and carriers) and transport researchers in Czechia, due to the universal character of the survey, the results cannot cover all the specific needs. This is the reason why, in the case of long-distance passenger transport,⁵ specific surveys are often carried out by the carriers themselves, who thus try to identify the potential of individual relations cutting across transport modes for their own business activities. However, results of such surveys are eventually not made public. The issue of transport surveys in long-distance transport and associated spheres is examined in a great detail by a study of the research team Axhausen et al. (2003).

If the real data are not accessible, the share of individual types of transport in the relation under observation is examined by the means of theoretical models arising from an aggregate of individual patterns of transport behaviour (in the case of a representative sample) and presumed reactions of a system to their changes. This process is represented by a group of “discrete choices” made by individuals before a journey and in its course. Specifically, a discrete choice includes the selection between two (possibly more) discontinuous alternatives. In the case of the topic under consideration, it is a choice between various means of transport (Brůhová-Foltýnová et al. 2008). In the modelling of modal split, the most frequently used methods include logit and probit models and in the case of a choice from more than two alternatives, these are their multinomial/multiple forms (Pas 1995; Pipkin 1995; Ortúzar, Willumsen 2001). In the sphere of transport, the “nested logit model” (a hierarchical model) is often used for the basic modelling of the main modes of transport. It presumes a “nested” structure of the decision-making process. This means that first, the choice is limited to the relation of individual and public transport (a “bimodal distribution”), and in the second step, an

⁴ Such as the transport survey “Swiss Microcensus on Travel Behaviour” in which transport behaviour of the Swiss is observed in a roughly five-year period (e.g. Simma 2003). Similar information is provided by the “National Travel Survey,” an annual survey of persons’ mobility in Britain (DFT 2013). An overview of transport behaviour is provided for example by Marconi et al. (2004).

⁵ In foreign literature, long-distance transport is usually defined as transport of persons over 80–100 kms, or a trip with an overnight stay (Marconi et al. 2004; Frei et al. 2010; Hubert, Potier 2003).

evaluation of the main modes of public mass transport (train, bus) is made. The principle of modelling is based on the assumptions of the rational choice theory in which based on their sources (income) and limitations (primarily time and transport costs), passengers make a decision between at least two alternatives, following a certain rule in their decisions (Brůhová-Foltýnová et al. 2008). The multinomial form of the logit model arises from the following relation (e.g. Pas 1995; Ortúzar, Willumsen 2001):

$$P_{ni} = \frac{e^{\mu V_{ni}}}{\sum_{n_j \in J} e^{\mu V_{nj}}}$$

where P_{ni} is probability of the choice of the observed means of transport for a given journey from the point A to the point B; e is Euler's constant, V_{ni} are generalised costs of a journey from the point A to the point B; μ is the parameter of sensitivity expressing the elasticity of the extent of change in the means of transport on the basis of a change in generalised costs between alternative modes of transport; and J is the set of all alternative modes of transport in the observed relation A–B. There is a substantial methodological question associated with the application of models: The construction of generalised travel costs whose value influences the probability of the use of individual modes (see Chmelík, Marada 2010; Chmelík et al. 2012). In the case of individual automobile transport, these are basically all financial costs spent on a journey (i.e. the price and average consumption of fuel, fixed costs of the car operation – maintenance, insurance, vignette, etc.); in public transport, this is the fare (including customer applications determining the discounts). In all evaluated modes, there is also the time spent on a journey from point A to point B, including the walk to the car, the search for a parking place or the journey to a public transport stop. The given travel time is subsequently converted into a financial value. The issues of value of time are discussed by Jain and Lyons (2008). In the construction of generalised travel costs, one can often see a constant expressing the unrecorded qualitative aspects that can be quantified with difficulties only. These are comfort, what one feels during a journey, the use of time during the journey, etc., and they considerably influence the decision on the choice of a means of transport especially in the relation “individual versus mass transport” (Riley et al., 2010). The parameter of sensitivity to the change in the generalised travel costs is another factor that enters the model. It is gained by calibration (most often by the maximum likelihood method) of the real data obtained by a transport survey or by the use of available aggregated data on the modal split in the relation under observation. This technique, which is usually used in the classical four-step transport model (e.g. Pas 1995; Ortúzar, Willumsen 2001), naturally includes only one of the alternatives (but the most known) of modelling describing the choice of the means of transport or of the modal split.⁶

⁶ The method of transport resistors is another technique used in transport planning (Hrabáček 2010; Drdla 2010). In the transport and planning practice, the assessment of modal split is often conducted in a specialised software environment such as VISUM from the company PTV AG that has the advantage of possible link with GIS, programmes for the construction of timetables, etc. In sociologic disciplines, “activity based approach” has been newly applied, where a journey is considered to be only one of the attributes of activity. This is quite unlike the presented approach

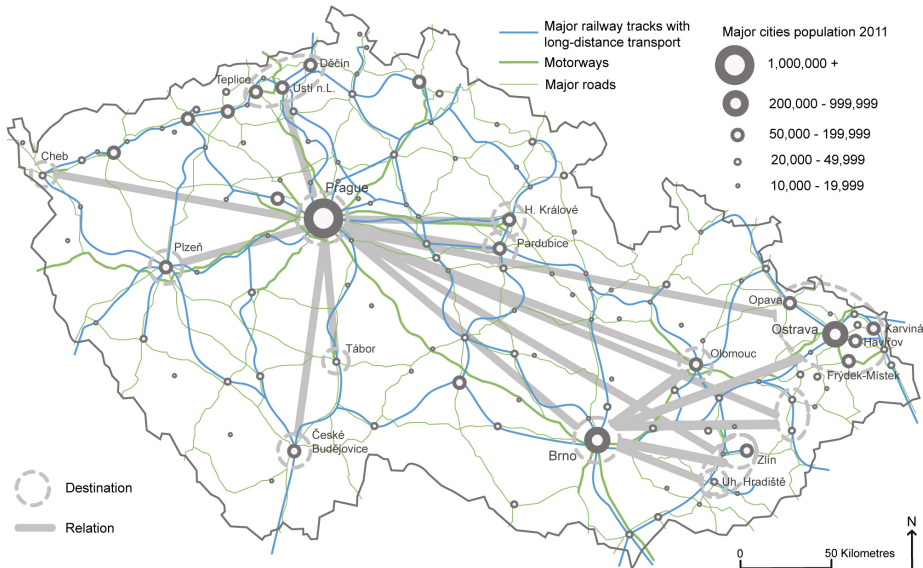
Methodological Remarks on the Case Study

Sixteen long-distance relations in Czechia were selected for the case study evaluating the modal split. Their travel source/destination was situated in Prague or in Brno. The evaluation focused on the share of individual automobile transport and public transport. The latter was further divided into the share of bus and rail passenger transport. For the study, the relations in which major changes in time accessibility occurred in one of the modes were primarily selected, with an assumption of impact on the modal split between 2001 and 2011. A choice was also made of the relations in which changes occurred on the transport market that influence the potential of the use of rail transport by passengers. As a rule, the modal split is assessed between the cores of agglomerations themselves. In some justified cases, further agglomerated centres in which the same transport behaviour of the population as in the core is expected were added to the core of agglomeration. The selection of the relations is presented in Table 1 and Figure 1. The size criterion for the selection was constituted by the value of 100 commuters according to the means of transport in the summary of both directions, as recorded within the 2001 Population and Housing Census (CSO 2003). Just the figures on work commuting by modes in 2001 (school commuting is not available for the 2001 Population and Housing Census) are also used as calibration data for the modelling of the modal split as of the observed years 2001, 2006 and 2011. In this respect, it is necessary to again point out the fact that the data used for the comparison with the figures from 2001 only include the movements for work that capture roughly 20–50% of all commuting movements identified. The latter only account for a fraction of total mobility (an estimate of less than 10%). The case study is based on the assumption that the modal split in the sphere of commuting flows will display similar distribution in all purposes of journeys.

Table 1 Selection of Relations for the Assessment of Modal Split

Origin	Destination
Prague	České Budějovice, Tábor, Plzeň, Cheb (Cheb, Františkovy Lázně), Ústí Region (Ústí nad Labem, Teplice, Děčín), Hradec Králové, Pardubice, Brno, Zlín+Uherské Hradiště (Zlín, Otrokovice, Uherské Hradiště, Staré Město, Kunovice), Olomouc, Ostrava Region (Ostrava, Opava, Havířov, Karviná), Vsetín+Valašské Meziříčí
Brno	Ostrava Region (Ostrava, Opava, Havířov, Karviná), Olomouc, Zlín (Zlín, Otrokovice), Uherské Hradiště (Uherské Hradiště, Staré Město, Kunovice)

in which all the processes (and choices) are connected with the journey (“trip based approach”) (Brůhová-Foltýnová et al. 2008).

Figure 1 Determination of selected relations and major transport network (in 2011)

Source: CSO 2013

For the sake of an estimation of the modal split, a logit model described above, specifically the “nested logit model,” was used. At first, generalised travel costs for individual automobile and public mass transport were constructed for the observed intervals. In the case of the assessed set of relations, the value of generalised costs relating to a journey by individual automobile transport was calculated by the following formula (adjusted by Riley et al. 2010):

$$V_{IAT} = \left(D_{km} * \frac{P_{IAT}}{O_{IAT}} \right) + (D_{IATtime} * W_{time}) + (D_{IATacc} * W_{time})$$

where the value V_{IAT} represents generalised costs of individual automobile transport. The length of a journey (D_{km}), given in kilometres, was recorded as of 2012 by the means of a journey planner (Journey planner 2012). It was estimated for the observed intervals on the basis of the state of construction of the motorway network. In a similar way, the distance in time ($D_{IATtime}$) between the cores of agglomerations was estimated. In the case of multiple-core agglomerations, the value was calculated as referenced to their geographic centre, taking into account the weight of population size. At the same time, there was the inclusion of the indicator of accessibility (D_{IATacc}) or walk to an automobile as well as search for the parking place etc. that also rectified the differences between the time accessibility of centres. The bigger centres were ascribed a higher value of accessibility due to the generally large dispersion of values (town centre versus outskirts) in the time accessibility itself ($D_{IATtime}$). The operating costs of an automobile per 1 kilometre of a journey (P_{IAT}) are constructed as a sum of average consumption of fuel of a usual car (the paper reckons with the value of 7 litres per 100 kms) plus

minimal average fixed costs (e.g. highway fee, car insurance, periodically repairs, etc.) calculated in the compensation tariffs for the use of automobiles at business trips (prices of fuel and reimbursement of travel, Ministry of Finance 2012).⁷ For this reason, operating costs are considerably generalised and do not take into account any regional specificities. Due to the accessibility of the relevant data, the values for Czechia were used in all cases. The average occupancy of an automobile (O_{IAT}) was set to two persons. The value best corresponds to information from foreign studies in the sphere of long-distance transport (e.g. Hubert, Potier 2003). However, total values for all transport segments are usually lower as, for example, in the latest survey of transport behaviour conducted in Switzerland (FSO 2012), where the average occupancy of an automobile was in the interval of 1.12 to 2.05 depending on the purpose of the journey (daily commuting to work versus leisure time activities). The model included another component: The indicator of perceived hourly value of the time spent on a journey (W_{time}), construction of which was based on a methodological manual for modelling created for the Transport Ministry (Riley et al. 2010). The indicator included the average sum of hourly wages in regions (average gross monthly salary in 2001, 2006, 2011; CSO2012) which was multiplied by the coefficient 0.24 (adopted from Riley et al. 2010, p. 78) in which the observed agglomerations for specific relations were found.

Generalised costs for the connection by public transport (by bus and train) were subsequently constructed for the same set of relations. The technique was the same for both modes. When a comparison was made with automobile transport, there was a consideration of the values for the mode that is more advantageous from the viewpoint of a rational passenger, especially as far as time is concerned. The calculation for public transport was based on the following relation (adjusted by Riley et al. 2010):

$$V_{PT} = [(D_{PTtime} * W_{time}) + (D_{PTacc} * W_{time}) + F + I_{1/2}] * C_{PT-IAT}$$

where the value of V_{PT} represents generalised costs of public transport. Similarly to the case of automobile, the time accessibility to a means of transport (D_{PTacc} – a journey to a railway station, stop) was gained by an estimate and an indicator of perceived hourly value of the time of a person on a journey (W_{time}) was constructed. The distance in time of centres (D_{PTtime}) is based on travel times of buses and trains to the most frequented railway and bus stations given in specific timetables (electronic timetable – IDOS 2001, 2006, 2011). In the case of multiple-core centres, the travel time was adjusted by the geographic centre of the agglomeration, similarly to the case of automobile connection. Modal travel time⁸ was used which most corresponds to the real systemic offer and is not affected by extra links. The extent of the offer itself ($I_{1/2}$) was quantified as one half of the typical interval of a line (lines) in a relation, which expressed the discontinuous offer of public transport unlike that of individual transport. When it comes to the non-systemic offer with a minimum of lines per day, the value of a four-hour interval was

⁷ Fixed cost for the setting of the operating costs of an automobile per 1 kilometre was calculated for about CZK 1 per km in average. This value is very close of the value used in the methodological study by Riley et al. (2010).

⁸ Average travel time was used for the relations with differing transport offer.

used. The usual March Wednesday⁹ was the referential day for the calculations from the timetable. Direct financial costs borne by a passenger are expressed by the price of the fare (F). In the case of rail transport, the fare was related to the prices of passenger fare (i.e. after a 25% discount from the basic fare; without the inclusion of relation discounts) for 2011 as given by the tariff of the Czech Railways (ČD TR 10 2010), the most important carrier in Czechia. Due to the inaccessibility of older data, the prices of bus tickets are related to the values valid in spring 2012. As there was a variety of carriers, the figure depicted for the lines in the station finder (IDOS 2012) was almost invariably used as the most common price. Due to their difficult availability, the data for 2001 and 2006 were estimated. In principle, the latest value in a time series was always adjusted by a coefficient that roughly respected the development of the railway tariff of the Czech Rail. When it comes to the construction of generalised costs for public transport, the calibration constant of the transport mode choice (C_{PT-IAT}) that ensures a concurrence of the real and model modal splits was also included.

After the generalised travel costs were constructed, the logit model was calibrated. This required that the value of the parameter μ be found, i.e. parameter which, based on a change in generalised costs among alternative modes of transport within the set of observed relations in which similar reactions to changes are presumed, expresses the elasticity of change in the means of transport. The data on commuting by modes from the 2001 Population and Housing Census (CSO 2003) were used for the calibration. The value μ was estimated by the maximum likelihood method, at first for the relation between individual automobile transport and public mass transport. In the second step, it was applied on the relation between the rail passenger transport and regular bus transport. In the case of the first step it was also necessary to estimate C_{PT-IAT} (the constant of the transport mode choice) in such a way that the value of μ was as close as possible to the interval appearing in foreign studies¹⁰ (for greater detail see Riley et al. 2010, p. 88). A weighing of the costs of public transport by the constant C_{PT-IAT} was necessary because simple costs of public transport were always considerably lower than those of the automobile. In reality, this would mean that individual automobile transport has a negligible share in the modal split. This disproportion is most affected by the difficult quantification of soft, non-financial influences (quality, comfort, privacy, security, etc.) on transport behaviour of population. The most suitable parameter for the relation between individual automobile and public transport $\mu = -0.0031$ was reached with the constant $C_{PT-IAT} = 2.2$. When it comes to the relation between rail passenger and regular bus transport, the parameter reached the value $\mu = -0.0123$. The values of the parameters were subsequently used for an estimate of the modal split model for the intervals under observation.

⁹ The usual March Wednesday was selected because it poses no limitations (weekends, Easter holiday were in April in 2001, 2006 and 2011) or additional measures (for example additional trains in peaks on Fridays and Sundays) (see also Chmelík et al. 2010).

¹⁰ Interval between -0.1 and -0.01.

Results

A comparison of the share of individual automobile transport and public transport in individual relations has yielded interesting results. In general, there is an obvious falling share of public transport in the modal split in the period under observation, while higher dynamics of changes is predicted for its second half. This is apparent from Table 2, where the value of the share of public transport in the modal split is compared to the average value of public transport for the whole Czechia calculated from the statistics of the Ministry of Transport¹¹ (Ministry of Transport 2013a). According to the model, out of the 16 monitored relations, 13 were above the average in 2001 and 2006, but only 10 in 2011. A general growth in the use of automobile in the model was enhanced, among others, by a large number of motorways and further road projects having been put into operation, which influenced the time accessibility of the observed centres with an impact on the lowering of generalised travel costs. There was only the following exception in the survey: the relation Prague–Vsetín/Valašské Meziříčí, where the proportion of public transport increased slightly between 2006 and 2011, probably due to the high level of the train connection in 2011. In the relation Prague–Pardubice where, according to the model, public transport accounted for the biggest share (mainly high share of railways), for over 40% of the transport demand between 2001, 2006 and 2011. As far as all other relations are concerned, there was always a predominance of the use of automobile in 2001, 2006 and in 2011, usually exceeding 60%. However, it must be noted in this respect that the decreases cannot be appropriately assessed and they are rather questionable in a number of cases. Given the large variety of offer and travel time on rail, for example, the 9% fall in the relation Prague–Ostrava Region between 2006 and 2011 is unlikely. This is even more unlikely at present, when three carriers operate in the relation Prague–Ostrava Region/Olomouc, while its representatives stated that the market share of the railways has increased here. However, due to the time limit as of 2011, the latest change in offer was not included in the estimate. As a rule, the most important values above the described national average of the share of public transport were reached among the relations with the location on rail corridors or with an adequate offer of the connections of both main modes of public transport. The model ascribed the lowest proportion of the use of public transport to the relations that are less frequented from the viewpoint of intensity of transport (Prague–Cheb, Vsetín/Valašské Meziříčí) or are described by a rather small set of the real data entering the calibration, which affects their informative value. Moreover, the real values of the share of observed modes correspond to the model data just in these relations. A similarly considerable difference between real and model data is obvious in the relation Prague–Pardubice, where the model predicted a higher share of the use of individual automobile transport than that found in the real data. In general, it is necessary to stress again in this connection that the real data presented in the Table 2 and that were used for the calibration of the model only include the journeys to work. In a number of relations, this fact can strongly affect the

¹¹ The value of the share of public transport (33% in 2001, 31% in 2006, and 32% in 2011) arises from the sum of transport outputs for railway, bus and urban mass transport.

share of public transport that is often the main bearer of transport demand in commuting to schools.

Table 2 Resulting Estimates of the Share (%) of Individual Automobile Transport and Public Transport in Modal Split (2001, 2006, 2011)

Relation/Year	2001 R		2001 E		2006 E		2011 E		2011 R	
	IAT	PT	IAT	PT	IAT	PT	IAT	PT	IAT	PT
Prague – České Budějovice	67	33	60	40 ¹	64	36 ¹	70	30	67	33
Prague – Tábor	65	35	58	42 ¹	61	39 ¹	64	36 ¹	59	41
Prague – Plzeň	63	37	59	41 ¹	62	38 ¹	63	37 ¹	64	36
Prague – Cheb Region	55	45	72	28	76	24	81	19	61	39
Prague – Ústí Region	53	47	61	39 ¹	63	37 ¹	66	34 ¹	55	45
Prague – Hradec Králové	70	30	57	43 ¹	60	40 ¹	63	37 ¹	61	39
Prague – Pardubice	50	50	54	46 ¹	55	45 ¹	59	41 ¹	40	60
Prague – Brno	72	28	64	36 ¹	67	33 ¹	72	28	68	32
Prague – Zlín+Uh.Hradiště	67	33	71	29	77	23	80	20	72	28
Prague – Olomouc	57	43	60	40 ¹	63	37 ¹	67	33 ¹	50	50
Prague – Ostrava Region	59	41	64	36 ¹	65	35 ¹	74	26	56	44
Prague – Vsetín+V.Meziříčí	68	32	75	25	81	19	79	21	53	47
Brno – Ostrava Region	67	33	59	41 ¹	59	41 ¹	67	33 ¹	67	33
Brno – Olomouc	61	39	60	40 ¹	62	38 ¹	67	33	75	25
Brno – Zlín	70	30	61	39 ¹	63	37 ¹	67	33	79	21
Brno – Uherské Hradiště	58	42	58	42 ¹	59	41 ¹	62	38 ¹	72	28

Note: 1) the value of the share of public transport is higher than the average value of the share of public transport for the whole Czech Republic, R = real data, E = model estimate

Source: CSO 2003, 2013, author's calculations

The results of the second model that estimated the shares of railway and bus transport in the modal split in public transport deserve a comprehensive discussion. As generalised costs are constructed in the same way in both cases, one can expect it to have higher informative value. Besides, unlike the previous model, the real values of the shares can be more easily estimated thanks to the knowledge of the real offer of connections that is supposed to better reflect the real demand arising from the time competitiveness of both observed modes. Based on the results presented in Table 3, it can be stated that according to the estimate of the model, there were no major transformations of the prevailing mode in the individual relations in the period under observation. In 2001, railway transport was more used in 7 out of 16 relations, and in 8 relations in 2006 and 2011. From the viewpoint of the development of the shares, one can delineate several groups of relations with similar characteristics.

The first group is constituted by the relations where a higher share of railway transport was estimated by the model in all observed intervals. Higher dynamics of changes was

rather predicted for the second half of the examined period. This fact is primarily influenced by the extended variety of offer of rail transport that was associated with the use of modernised railway corridors. In fact, a higher share of railway transport was also recorded in the case of real values from 2011. When it comes to spatial distribution, this group primarily included the relations heading from the east to Prague, which means the lines from Pardubice, Olomouc, the Zlín Region and the Ostrava Region. Despite a high share of railways in these relations, the results are questionable because due to the negligible offer of bus connections, even lower use of buses can be expected in reality. This is apparent for example in the relation Prague–Pardubice, where the model for 2011 predicts a 13% share of bus, but the real data on commuting say it only amounts to 6%. In fact, the bus connection is roughly twice as long as far as time is concerned, and it is also necessary to change in Hradec Králové. In this respect, one can discuss the methodological question of time disadvantage of interchange lines (at least of the bus lines that are not common, unlike the railway network offer) or the highest possible interval of offer (the study reckons with one half of the four-hour interval). Along with the above, i.e. typical railway relations, the group can also include the relations Brno–Ostrava Region and Prague–Cheb in which a higher share of railway transport use was recorded in all observed years, but in the first half of the observed period it was decreasing.

The second group is formed by the relations in which higher proportion of bus transport in the modal split of public transport was recorded in all observed intervals. Basically, this referred to the selected radial link to Prague (from Brno, Plzeň, České Budějovice, Tábor and Hradec Králové) and the connection to Brno from central and eastern Moravia (Olomouc, Zlín and Uherské Hradiště). The result in these relations was mainly determined by railway infrastructure which – when it comes to time accessibility – is able to compete with road transport only to a limited degree. In the case of Czech relations, apart from a lower model share (though growing between 2001 and 2006) in the connection Prague–Plzeň/České Budějovice, one could see a steep fall in real values of the share between 2001 a 2011, which occurred, according to the model, in the second half of the observed period. This trend can be associated with the ongoing construction of the third and fourth transit rail corridors that had a negative impact on travel comfort (prolongation of travel times, instability of the timetable, or frequent closures). On the other hand, the bus competition offers here a relatively wide and systemic offer of links. The most significant discrepancy between the model and the real shares was found in the relation Prague–Plzeň, where the model ascribed to the railway an almost double proportion compared with the data on commuting by mode in 2011. In the case of Moravian “bus” relations, the model slightly underestimates the share of the rail in the connections of Brno and Olomouc, as compared with the real shares, while it overestimates it in the relations Brno–Uherské Hradiště/Zlín. Due to a longer travel time, the systemic offer of railway connection for passengers probably does not offer any adequate competition here.

The relation Prague–Ústí nad Labem remained in the third group. Partial changes in the preferred mode occurred in it between the observed intervals. In 2001, bus transport had a slightly higher share, but it was railway transport in the following intervals. A significant increase was recorded between 2006 and 2011. The result can be attributed to the reconstruction of the line connecting Prague with Ústí nad Labem, and the subsequent

widening of the offer of connections after 2006. Despite this, the resulting model share of rail in 2011 is still much lower than the real values by the mode used for commuting.

Table 3 Resulting Estimates of the Share (%) of Train and Bus in Public Transport Modal Split (2001, 2006, 2011)

Relation/Year	2001 R		2001 E		2006 E		2011 E		2011 R	
	T	B	T	B	T	B	T	B	T	B
Prague – České Budějovice	52	48	46	54	48	52	45	55	44	56
Prague – Tábor	51	49	44	56	46	54	45	55	52	48
Prague – Plzeň	39	61	43	57	43	57	36	64	21	79
Prague – Cheb Region	66	34	54	46	53	47	65	35	49	51
Prague – Ústí Region	58	42	49	51	51	49	68	32	81	19
Prague – Hradec Králové	53	47	41	59	45	55	42	58	35	65
Prague – Pardubice	87	13	77	23	84	16	87	13	94	6
Prague – Brno	26	74	37	63	34	66	37	63	34	66
Prague – Zlín+Uh.Hradiště	44	56	59	41	62	38	73	27	58	42
Prague – Olomouc	85	15	82	18	82	18	93	7	89	11
Prague – Ostrava Region	65	35	76	24	71	29	89	11	85	15
Prague – Vsetín+V.Meziříčí	56	44	67	33	71	29	82	18	79	21
Brno – Ostrava Region	73	27	63	37	53	47	66	34	78	22
Brno – Olomouc	55	45	49	51	47	53	49	51	51	49
Brno – Zlín	20	80	44	56	44	56	45	55	30	70
Brno – Uherské Hradiště	31	69	39	61	36	64	36	64	24	76

Note: T = train, B = bus R = real data, E = model estimate

Source: CSO 2003, 2013, author's calculations

In general, the results of both models mainly confirm the changes in significance of modal split of public transport caused by important infrastructure improvements of railway corridors. In the field of long-distance rail transport were in this context increased number of trains which were able to compete road transport in the travel time. On the other hand, the real results could perhaps be better because only selected railway infrastructure projects had been finished in the past decade. This situation is also influenced by quite a low level of the infrastructure planning in Czechia after 1989, when many projects were conceived by the old transport strategy and did not reflect the change of transport demand and traffic behaviour. The hierarchy of priorities of new infrastructure and also comprehensive study based on the transport model including modelling of the changes of modal split was not made in Czechia in the past. (Chmelík, Marada 2014). Absence of complex view of transport infrastructure strategy is newly dealt by the Ministry of Transport by the project "Transport Sector Strategy, 2nd Phase". This strategy is based on the new national multi-modal transport model (Vachtl et al. 2013).

Conclusion

The goal of this paper was to present basic alternatives of the assessment of modal split by the main transport modes. One of the chief methods was subsequently applied on a delineated set of long-distance relations in Czechia. Before the case study was drafted, the issue of accessibility of the real data on the use of individual transport modes had been discussed. In this connection, the situation in the European countries with advanced transport conditions (Switzerland, Germany, the United Kingdom, etc.) was briefly outlined. In these countries, rather comprehensive transport surveys have been made that considerably expand the information base with the knowledge transport behaviour of the population. It is important to note that transport surveys are usually conducted by decision-making bodies as well as by organisations that report to them. In this respect, it may be desirable to stage a relevant discussion on the issue in the Czech Republic and to define the need of the data and end users. As the need of any surveys of transport behaviour and consumer polls is not mentioned even marginally in the basic strategic document named *Transport Policy of the Czech Republic for 2014–2020 With a Prospect Until 2050* (Ministry of Transport 2013b), the Ministry of Transport cannot be expected to take any major initiative in this field. In fact, some information, primarily that gained by a survey, can have vital impact on many spheres of transport planning. In the case study, this can be exemplified by the used weight of the perceived value of the time spent on a journey (by the type of vehicle) or while waiting for a connection that is usually adopted from foreign studies in the conditions of Czechia. The value is further used for economic assessment, for example, but it is possible that due to different transport behaviour of population and its economic situation, etc., the results of the studies in Western Europe do not reflect the assumptions expected in the case of Czechia.

The core of the contribution was formed by a case study within which the used methodology was tested. It involved the construction of “universal” generalised travel costs and a subsequent application of the logit model. This resulted in a rather interesting comparison of the shares of individual transport modes in the relations under observation. In general, the assumptions were confirmed. The model estimate revealed that the share of individual automobile transport was rising in the observed intervals and, in a number of cases, even more than in the case of the development of the real data, although they included one part of common mobility. As suggested, when it comes to the share of rail and bus transport, higher growth was recorded in the relations along rail corridors, especially in the second half of the observed period. The development was not so dynamic in the relations with a prevailing proportion of bus and in a number of cases it even stagnated. It is important to note that the model results are influenced by the usage of a set of calibration data as of 2001, and furthermore significantly follow the definition of travel costs. These are far from being able to incorporate all the relevant factors influencing the decisions of actors of the transport process in their transport behaviour. However, in the case of long-distance relations, it is difficult to thoroughly verify the informative value of the model due to the size of the transport market, especially in individual journeys. This suggests verification by a similar survey on a lower regional order that could then be confronted with a detailed field survey in the area. Nevertheless, the results confirmed that the application of the basic logit model can give very valuable outputs.

References

- AXHAUSEN, K. W., MADRE, J.-L., POLAK, J. W., TOINT, Ph. (eds.). (2003). *Capturing Long-Distance Travel*. Research Studies Press, Baldock, 342 p.
- BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, H. a kol. (2008). *Analýza každodenního dopravního chování dospělého městského obyvatelstva a nástroje regulace dopravy*. Závěrečná zpráva z projektu MD 24/2006-430-OPI/3 z OP „Infrastruktura“ – Priorita 2 (2.4). Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí, 281 p.
- BURGE, P., KIM, CH. W., ROHR, CH. (2011). *Modelling Demand for Long-Distance Travel in Great Britain: Stated preference surveys to support the modelling of demand for high-speed rail*. Prepared for the UK Department of Transport, RAND Europe, 65 p.
- ČD TR 10 (2010). *Czech Railways Tariff for domestic passengers and baggage transport*, change no. 4 valid from 12.12.2010.
- CHARLTON, C., VOWLES, T. (2008). Inter-urban and regional transport. In: Knowles, R., eds.: *Transport geographies: Mobilities, Flows and Spaces*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, pp. 120–136.
- CHMELÍK, J., KVĚTOŇ, V., MARADA, M. (2012). *Možnosti hodnocení “modal splitu” hlavních dopravních módů v Česku: příklad vybraných dálkových spojení v Česku*. In: Seminář Telč 2012: Konkurence na železnici – budoucnost pro 21. století nebo destrukce sítě? (presentation), 12 p.
- CHMELÍK, J., MARADA, M. (2010). *Konkurence dopravních módů na vybrané relaci v Česku*. In: Seminář Telč 2010: Konkurence na evropských železnicích – ekonomické, právní a regionální faktory (presentation), 15 p.
- CHMELÍK, J., MARADA, M. (2014): Assessment of the impact of a new motorway connection on the spatial distribution and intensity of traffic flows: A case study of the D47 motorway, Czech Republic. *Moravian Geographical Reports*, Vol. 22, No. 4, pp. 14–24. DOI: 10.1515/mgr-2014-0020
- CHMELÍK, J., KVĚTOŇ, V., MARADA, M. (2010). Evaluation of competitiveness of rail transport on example of connection among regional capitals in Czechia. *Národohospodářský obzor / Review of Economic Perspectives*, 10, No 1, Masarykova univerzita v Brně, Brno, pp. 5–20.
- CSO (2003). *Population and Housing Census 2001: Commuting to work and schools: The Czech Republic*. Czech Statistical Office, Prague.
- CSO (2012). Average gross salary 2001, 2006, 2011: Regional Time Series. Czech Statistical Office. Retrieved April 17, 2012, from http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/regionalni_casove_rady
- CSO (2013). *Population and Housing Census 2011: Commuting to work and schools: The Czech Republic*. Czech Statistical Office, Prague.
- DFT (2013). *National Travel Survey*. Department for Transport. Retrieved October 15, 2013 from <https://www.gov.uk/government/collections/national-travel-survey-statistics>

DRDLA, P. (2010). Posouzení využití metodiky dopravních odporů. Vol. V, No 1, *Perner's Contacts*, pp. 47–56.

FREI, A., KUHNIMHOF, AXHAUSEN, K. W. (2010). *Long distance travel in Europe today: Experiences with a new survey*, paper presented at the 89th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D. C., January 2010. Retrieved October 15, 2013, from <http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:715/eth-715-01.pdf>

FSO (2012): *Mobilität in der Schweiz: Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010*. Neuchatel, Federal Statistical Office, 115 p.

GOETZ, A. R., VOWLES, T. M., TIERNEY, S. (2009). Bridging the Qualitative-Quantitative Divide in Transport Geography. *Professional Geographer*, 61, No 3, pp. 323–335.

HAMPL, M. (2005). *Geografická organizace společnosti v České republice: Transformační procesy a jejich obecný kontext*. PČF UK, Praha, 147 p. + map appendix.

HORŇÁK, M., PŠENKA, T. (2013): Verejná doprava jako indikátor medzisídelných väzieb medzi mestami Slovenska. *Geografický časopis*. Vol. 65, No. 2, pp. 119–140.

HORŇÁK, M., PŠENKA, T., KRÍŽAN, F. (2013): The competitiveness of the long-distance public transportation system in Slovakia. *Moravian Geographical Reports*. Vol. 21, No. 4, pp. 64–75.

HRABÁČEK, J. (2010). *Dopravní odpor a možnosti jeho využití při posouzení modal split (metoda RWTH Aachen)*. In: *Seminář Telč 2010: Konkurence na evropských železnicích – ekonomické, právní a regionální faktory*. Recenzovaný sborník příspěvků. ESF MU v Brně, pp. 120–135.

HUBERT, J. P., POTIER, F. (2003). What is known? In: Axhausen, K. W., Madre, J.-L., Polak, J. W., Toint, Ph. (eds.): *Capturing Long-Distance Travel*. Research Studies Press, Baldock, pp. 45–70.

IDOS (2001): Electronic timetable. CHAPS spol. s.r.o.

IDOS (2006): Electronic timetable. CHAPS spol. s.r.o.

IDOS (2011): Electronic timetable. CHAPS spol. s.r.o.

IDOS (2012): Electronic timetable. CHAPS spol. s.r.o.

JAIN, J., LYONS, G. (2008): The gift of travel time. *Journal of Transport Geography*, 16, 2, pp. 81–89.

Journey planner (2012). Retrieved April 12, 2012, from www.mapy.cz

KEELING, D. (2008). Transportation geography – new regional mobilities. *Progress in Human Geography*, 32, 2, pp. 275–283.

KRAFT, S., VANČURA, M. (2009a): Geographical organization of the transport system in Czechia and its development in the transformation period. *Geografie*, 114, 4, pp. 298–315.

KRAFT, S., VANČURA, M. (2009b). Dopravní systém České republiky: efektivita a prostorové dopady. *Národohospodářský obzor / Review of Economic Perspectives*, 9, No. 1, Masarykova univerzita v Brně, Brno, pp. 21–33.

KVIZDA, M. (2011). Vymezování relevantního trhu v odvětví železniční dopravy. In: Kvizda, M., Tomeš, Z. (eds.): *Regulace konkurenčního prostředí na železnici – teorie v centru a praxe v regionech. Seminář Telč 2011 – sborník příspěvků*. Ekonomicko-správní fakulta, Masarykova univerzita v Brně, pp. 49–64.

KVIZDA, M., REDERER, V. (2012). Použití spotřebitelského šetření k vymezování relevantního trhu v železniční dopravě – možnosti a problémy. In: Kvizda, M., Tomeš, Z. (eds.): *Konkurence na železnici – budoucnost pro 21. století nebo destrukce sítě? Seminář Telč 2012 – sborník příspěvků*. Ekonomicko-správní fakulta, Masarykova univerzita v Brně, pp. 32–45.

KVIZDA, M., SEIDENGLANZ, D. (2014): Out of Prague: a week-long intermodal shift from air to rail transport after Iceland's Eyjafjallajökull erupted in 2010. *Journal of Transport Geography*, 37, pp. 102–111. DOI:10.1016/j.jtrangeo.2014.04.014.

MARADA, M. (2006). Vertikální a horizontální dopravní poloha středisek osídlení Česka. In: Kraft, S., Mičková, K., Rypl, J., Švec, P., Vančura, M.: *Česká geografie v evropském prostoru, elektronický sborník příspěvků (CD-ROM) z XXI. sjezdu České geografické společnosti, katedra geografie, Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích*, pp. 169–174.

MARADA, M., KVĚTOŇ, V., MATTERN, T., ŠTYCH, P., HUDEČEK, T. (2014): Accessibility patterns: Czech Republic Case Study. *EUROPA XXI*, Vol. 24, 2013, pp. 61–76.

MARADA, M., KVĚTOŇ, V., VONDRÁČKOVÁ, P. (2010). *Doprava a geografická organizace společnosti v Česku*. Edice Geographica, ČGS, Praha, 165 p.

MARADA, M., KVĚTOŇ, V. (2010). Diferenciace nabídky dopravních příležitostí v českých obcích a sociogeografických mikroregionech. *Geografie*, 115, 1, pp. 21–43.

MARCONI, D., SIMMA, A., GINDRAUX, M. (2004). *The Swiss Microcensus 2005: An International Comparison on Travel Behaviour*. Paper for 4rd Swiss Transport Research Conference, Ascona, March 2004. 19 p. Retrieved October 11, 2012, from http://www.strc.ch/conferences/2004/Marconi_Simma_Gindraux_SwissMicrocensus2005_STRC_2004.pdf

Ministry of Finance (2012). *Prices of fuel and reimbursement of travel*. Ministry of Finance of the Czech Republic. Retrieved April 19, 2012, from <http://www.mfcr.cz/cs/legislativa/cestovni-nahrady>

Ministry of Transport (2013a). *Transport Yearbook of The Czech Republic (1998-2012)*. Ministry of Transport of the Czech Republic. Retrieved October 15, 2013 from <https://www.sydos.cz/cs/rocniky.htm>

Ministry of Transport (2013b). *Transport Policy of the Czech Republic for 2014–2020 With a Prospect Until 2050*. Ministry of Transport of the Czech Republic. Retrieved

October 20, 2013 from <http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/6771FC27-DCCC-4B72-BD0E-3EF7E6118704/0/Dopravnipolitika20142020schvalena.pdf>

MULÍČEK, O., OSMAN, R., SEIDENGLANZ, D. (2013): Imaginace a reprezentace prostoru v každodenní zkušenosti. *Sociologický časopis / Czech Sociological Review*, AV ČR, Sociologický ústav, Vol. 49, No. 5, pp. 781–810.

ORTÚZAR, J. D., WILLUMSEN, L. (2001). *Modelling Transport*, Third Edition. John Wiley, Chichester, 499 p.

PAS, E. I. (1995). The Urban Transportation Planning Process. In: Hanson, S., ed.: *The Geography of Urban Transportation – second edition*. The Guilford Press, London, pp. 53–77.

PIPKIN, J. S. (1995). Disaggregate Models of Travel Behaviour. In: Hanson, S., ed.: *The Geography of Urban Transportation – second edition*. The Guilford Press, London, pp. 188–218.

PRESTON, J., O'CONNOR, K. (2008). Revitalized transport geographies. In: Knowles, R., eds.: *Transport geographies: Mobilities, Flows and Spaces*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, pp. 227–237.

RIETVELD, P., BRUINSMA, F. (1998). *Is Transport Infrastructure Effective? Transport Infrastructure and Accessibility: Impacts on the Space Economy*. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg, 383 p.

RILEY, P. et al. (2010). *Lokálně ověřený rámec pro multimodální modelování poptávky po veřejné dopravě osob v souvislosti s interními a externími kvalitativními a ekonomickými faktory dopravní obsluhy*. Závěrečná zpráva z projektu VaV MD č. CG721-045-190. Jacobs Consultancy, 162 p.

RODRIGUE, J.-P., COMTOIS, C., SLACK, B. (2006). *The Geography of Transport Systems*. Routledge, London, 284 p.

SEIDENGLANZ, D. (2009). Konkurenceschopnost železniční a letecké dopravy. In: Kvizda, M., Tomeš, Z. (eds.): *Konkurenceschopnost a konkurence v železniční dopravě – ekonomické, právní a regionální faktory konkurenceschopnosti železnice*. Seminář Telč 2009 – recenzovaný sborník příspěvků. Ekonomicko-správní fakulta, Masarykova univerzita v Brně, pp. 72–86.

SHAW, J., KNOWLES, R., DOCHERTY, I. (2008). Introducing Transport Geographies. In: Knowles, R., eds.: *Transport geographies: Mobilities, Flows and Spaces*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, pp. 3–9.

SHELLER, M., URRY, J. (2006). The new mobilities paradigm. *Environment and Planning A*, 38, Pion, pp. 207–226.

SHEPPARD, E. (1995). Modelling and Predicting Aggregate Flows. In: Hanson, S., ed.: *The Geography of Urban Transportation – second edition*. The Guilford Press, London, pp. 100–128.

SIMMA, A. (2003). *History of the Swiss Travel Surveys*, Swiss Federal Office for Spatial Development, paper for 3rd Swiss Transport Research Conference, Ascona, March

2003. 23 p. Retrieved October 11, 2012, from <http://www.strc.ch/conferences/2003/simma.pdf>

STRANGLING, S., ANABLE, J. (2008). Individual transport patterns. In: Knowles, R., eds.: *Transport geographies: Mobilities, Flows and Spaces*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, pp. 179–195.

TEMELOVÁ, J., NOVÁK, J., POSPÍŠILOVÁ, L., DVOŘÁKOVÁ, N. (2011). Každodenní život, denní mobilita a adaptační strategie obyvatel v periferních lokalitách. *Sociologický časopis / Czech Sociological Review*, Vol. 47, No 4. pp. 831–858

TSK (2013): Transport Yearbook – Prague (1988-2012). Technical Administration of Roadways of the Capital of Prague (TSK). Retrieved October 15, 2013 from <http://www.tsk-praha.cz/wps/portal/doprava/web/pro-odborniky/rocenky>

VACHTL, M. et al. (2013): Dopravní sektorové strategie 2. Fáze (souhrnný dokument). Ministerstvo dopravy, Praha, 305 pp. Retrieved October 15, 2013 from <http://www.dopravnistrategie.cz/>.

WIĘCKOWSKI, M., MICHNIAK, D., BEDNAREK-SZCEPAŃSKA, M., CHRENKA, B., IRA, V., KOMORNICKI, T., ROSIK, P., STĘPNIAK, M., SZÉKELY, V., SLESZYŃSKI, P., ŚWIĄTEK, D., WIŚNIEWSKI, R. (2012): Poľsko-slovenské pohraničie z hľadiska dopravnej dostupnosti a rozvoja cestovného ruchu. Varšava: Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polska Akademia Nauk; Bratislava : Geografický ústav Slovenskej akadémie vied. 283 p.