

**Univerzita Karlova v Praze**

**Přírodovědecká fakulta**

**Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje**



**Jaroslav Zelenka**

**Modelování prostorových interakcí na příkladu  
krajských měst**

(Modeling spatial interactions on the example of the regional cities)

**Diplomová práce**

**Praha 2010**

**Vedoucí práce: RNDr. Miroslav Marada, Ph.D.**

Prohlašuji, že jsem předloženou práci zpracoval samostatně s použitím uvedené literatury a pramenů.

---

podpis

Děkuji RNDr. Miroslavu Maradovi, Ph.D. za všestrannou podporu a trpělivý přístup, který jej neopustil po celou dobu vedení této práce.

## Obsah

1) ÚVOD .....	8
2) DŘÍVĚJŠÍ STUDIE PROBLEMATIKY DOPRAVNÍCH INTERAKCÍ.....	11
2.1) Prostorové interakce.....	11
2.2) Modely prostorových interakcí .....	13
2.3) Gravitační model.....	16
2.4) Definice a měření masy .....	18
2.5) Definice a měření vzdálenosti.....	19
2.6) Vztah masy a vzdálenosti středisek .....	21
2.7) Kalibrace gravitačního modelu .....	24
2.8) Příklady aplikace gravitačního modelu.....	25
2.9) Dílčí cíle práce a výzkumné hypotézy .....	26
3) ROZVOJ SILNIČNÍ SÍTĚ V ČESKU.....	28
4) METODIKA SLEDOVÁNÍ .....	32
4.1) Vymezení sledovaných středisek.....	32
4.2) Výběr charakteristik.....	34
4.2.1) <i>Charakteristiky reálné interakce krajských měst</i> .....	34
4.2.2) <i>Charakteristiky použité v gravitačním modelu</i> .....	36
4.3) Metoda vyjádření interakcí .....	40
4.4) Stanovení modelových interakcí pro účely srovnání s intenzitou provozu.....	43
4.5) Kalibrace modelu .....	47
4.6) Predikce prostorových interakcí k roku 2020 .....	48
5.) HODNOCENÍ REÁLNÝCH INTERAKCÍ A JEJICH VZTAHŮ .....	49
5.1) Charakteristika sledované silniční sítě.....	49
5.2) Změna časové vzdálenosti středisek a preference trasy .....	52
5.3) Nejvýznamnější silniční osy mezi krajskými městy dle dopravní intenzity .....	56

6) ANALÝZA TEORETICKÝCH VZTAHŮ A JEJICH SROVNÁNÍ S REÁLNÝMI VZTAHY .....	62
6.1) Hodnocení modelových interakcí mezi krajskými městy .....	62
6.2) Srovnání a kalibrace modelové a reálné interakce mezi vybranými dvojicemi středisek.....	64
6.3) Predikce dopravního toku k roku 2020 .....	68
7) ZÁVĚR .....	75
8) LITERATURA .....	80
PŘÍLOHY .....	87

#### Seznam obrázků

<i>Obrázek 1: Historické plány silniční sítě Česka.....</i>	29
<i>Obrázek 2: Současný stav a plánovaná výstavba silniční sítě Česka.....</i>	52
<i>Obrázek 3: Schéma dopravního zatížení dálnice D3 v r. 2020 podle Ředitelství silnic a dálnic ČR (celoroční průměr denní intenzity vozidel v obou směrech).....</i>	53
<i>Obrázek 4: Intenzita dopravy v roce 2000 .....</i>	59
<i>Obrázek 5: Intenzita dopravy v roce 2005 .....</i>	59
<i>Obrázek 6: Modelová interakce mezi jednotlivými krajskými městy (78).....</i>	64
<i>Obrázek 7: Lineární regrese vztahu modelové interakce a dopravní intenzity.....</i>	67
<i>Obrázek 8: Relace kumulovaných modelových interakcí mezi vybranými dvojicemi krajských měst.....</i>	71
<i>Obrázek 9: Predikované intenzity mezi vybranými dvojicemi krajských měst .....</i>	74

#### Seznam tabulek

<i>Tabulka 1: Základní charakteristiky souboru 13 krajských měst za rok 2001 .....</i>	34
<i>Tabulka 2: Masa středisek k roku 2001.....</i>	40
<i>Tabulka 3: Očekávané hodnoty dopravních intenzit po R35 dle ŘSD.....</i>	54
<i>Tabulka 4: Změny časových vzdáleností mezi vybranými dvojicemi středisek po výstavbě R35 a D3 v roce 2020 .....</i>	54

<i>Tabulka 5: Dopravní intenzita (sedla, počet vozidel za 24 hodin) na jednotlivých úsecích mezi krajskými městy v roce 1991, 2000, 2005 .....</i>	<i>61</i>
<i>Tabulka 6: Dopravní a kumulované modelové interakce relací vybraných krajských měst.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabulka 7: Korelační vztah mezi kumulovanou modelovou interakcí a dopravní intenzitou vybraných relací krajských měst.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabulka 8: Změna kumulovaných modelových interakcí mezi vybranými dvojicemi středisek po dostavbě R35 a D3 k roku 2020 .....</i>	<i>70</i>
<i>Tabulka 9: Predikované hodnoty reálných vztahů za rok 2020 .....</i>	<i>72</i>

## **Abstrakt**

Vedení a plánování dopravy se stává důležitější z hlediska neustále narůstající intenzity prostorových interakcí, které jsou stále ve většině případů realizovány skrze dopravní síť. Proto tímto specifickým problémem se v rámci dopravní geografie lze zabývat například za pomoci modelování prostorových interakcí. Obecným cílem předkládané diplomové práce je modelování prostorových interakcí a jejich následná komparace s dopravní intenzitou při použití kalibrace za účelem predikce hodnot reálných toků v budoucnu při zohlednění plánovaných změn v dopravní síti. Hlavním použitým metodologickým nástrojem je gravitační model aplikovaný na příkladu krajských měst Česka. Na základě výsledků lze konstatovat, že střediska s menší významností sledovaných vztahů se vyznačují vzdálenější polohou vůči většině center, malým počtem obyvatel, nízkou intenzitou modelových interakcí a nižšími hodnotami dopravních intenzit se sousedními centry. Se samotným růstem střediska se zvyšuje i jeho rozsah interakcí s ostatními středisky.

Klíčová slova: modelování prostorových interakcí, gravitační model, modelová interakce, dopravní intenzita, krajská města

## **Abstract**

Management and planning of transportation is becoming more important in terms of continuously growing intensity of spatial interactions, which are still mostly realized through transport networks. That's why we can deal with this specific problem of transportation geography using for example spatial interactions modeling. The general aim of the thesis is modeling of spatial interactions and their subsequent comparison with real flows by using calibration in order to predicate the future value of flows taking the planned changes in the transport network in consideration. The main tool used to achieve the goal of the thesis is the gravity model which was applied on the example of regional capitals in the Czech Republic. Based on accomplishments we may say, that centers with lower significance of monitored relations are characterized by further location towards most centers, small number of inhabitants, low intensity of model interactions and lower values of transport intensities with neighboring centers. With the center growth itself, its range of interactions with other centers grows as well.

Key Words: spatial interactions modeling, gravity model, model interaction, transport intensity, regional capitals

## 1) ÚVOD

Vztah mezi dopravní infrastrukturou a intenzitou dopravních kontaktů je v poslední době vysoce frekventovaným tématem nejen na poli vědy ale i ve společnosti. Význam dopravy se během historie měnil. V době průmyslové revoluce (stejně tomu bylo v době velkých objevů) měla doprava značný vliv. První moderní komunikace, zejména železnice, propojovaly naleziště surovin a přístavy. Podél těchto komunikací docházelo postupně k rozvoji drobných aktivit, teprve až později se staly hlavními osami rozvoje. V pozdější době v souvislosti s expanzí automobilismu se začal zvyšovat vliv silniční dopravy. Neustále se zvyšující intenzita dopravních kontaktů si vyžádala zkvalitňování a rozšiřování stávajících silnic, tj. výstavbu rychlostních komunikací a dálnic. Samotnou dopravou a rozvojem dopravní infrastruktury se zabývají různé inženýrské obory (např. dopravní inženýrství, stavebnictví, ekonomie). Jejich hlavní zaměření je koncentrováno na popis specifických aspektů problematiky. Řešením dopravní problematiky se zabývá i geografie, jejímž hlavním přínosem je její multidisciplinární přístup při řešení dopravních problémů. Současná geografie je moderní vědou studující prostorové pravidelnosti a zákonitosti interakcí/vztahů v krajinné sféře (Marada 2006). Vedení a plánování dopravy na základě prostorových interakcí se tak stává důležité z hlediska narůstající mobility obyvatelstva. To je patrné v nárůstu počtu automobilů potažmo dopravních kontaktů a rychlém vývoji silniční sítě v posledních dekádách. Také zvyšující míra ekonomického bohatství přispívá k nárůstu mobility. Tyto faktory přispívají ke snížení faktoru odporu vzdálenosti. Význam vzdáleností na četnost cest je méně závislý na velikosti center, než tomu bývalo dříve. Tudíž působení dopravy ve smyslu vytváření interakcí mezi různě disponovanými místy zemského povrchu je možné považovat za klíčový jev, který umožňuje územní specializaci.

Měření dopravních interakcí lze nejrůznějšími ukazateli, které jsou ve značné míře ovlivněny datovou základnou. Jednou z hlavních možností interakcí je využití údajů týkajících se dojížděkových vazeb, jež jsou označovány za nejdůležitější složky studia vztahové organizace sociogeografických systémů a za základ pro sociogeografickou regionalizaci (Hampl, 2004). Dalšími použitými možnostmi k tomuto účelu mohou být migrační proudy ale také doprava, respektive intenzita dopravy.



Ke studiu dopravních kontaktů v poslední době přispívá ve značné míře užití dopravního modelování, respektive nejrůznější modely prostorových interakcí – úspěšný byl především gravitační model (blíže k tomuto tématu např. Řehák (1992, 1997, 2004) nebo Isard (1998). „*Gravitační modely patří k té skupině metodologických nástrojů, které využívají analogie, přenášejí empiricky zjištěné poznatky o zákonitostech chování a fungování vývojově nižších systémů do systému sociálních, resp. sociálněgeografických*” (Hlavička, V., 1993, s. 34). Konstrukce modelů vychází z fyzikální podstaty Newtonova gravitačního zákona, podle kterého platí, že se s rostoucí velikostí sídel a poklesem vzdálenosti mezi nimi síla interakce se zvyšuje. Nejobecnějším předpokladem při modelování vzájemných interakcí mezi sídly/regiony je, že spojení s nejvýznamnějšími středisky indikuje nejvyšší hodnoty interakcí (Rölc 2004).

Při používání nejrůznějších aplikací gravitačního modelu se využívají další metodologické postupy a konstrukce vycházející z teorie pravděpodobnosti či informační statistiky, které mají za cíl efektivní kalibraci modelu. Na druhou stranu je potřeba upozornit na skutečnost, že dané modely nezohledňují veškerou společenskou realitu a vlivy podílející se na změnách, ale i tak mají i v současnosti své opodstatnění, např. pro možnost komparace mezi reálnými a modelovými interakcemi, pro predikci stavů budoucích či k simulaci konkrétního zásahu do stávající dopravní sítě apod. (Chmelík 2008).

Předchozí text nastínil důležitost studia reálných i modelových interakcí za použití gravitačního modelu, jak odděleně, tak především ve vzájemném vztahu se jejich vzájemné srovnání jeví jako účelné. Tematické zaměření předkládané diplomové práce je hodnocení vzájemné modelové interakce krajských středisek a dopravní intenzity mezi nimi. Toto základní hodnocení je předstupněm ke kalibraci použitého gravitačního modelu a jeho využití k predikci reálných hodnot toků v budoucnu při zohlednění plánovaných změn v dopravní síti, které bude rozpracováno v následujících kapitolách. Základem práce je využití gravitačního modelu, jehož aplikace bude realizována na příkladu krajských měst Česka. Výzkum je zaměřen na zhodnocení vlivu zprovoznění dálnice D3 a rychlostní silnice R35, což by se mělo promítnout efektem zkrácení vzdáleností mezi některými krajskými městy.

Struktura práce je následující. První část práce je věnována obecnému vývoji silniční sítě na území Česka. V kapitole *Dřívější studie problematiky dopravních interakcí* bude čtenář seznámen s odbornými studiemi, které jsou věnovány podobné tematice.

Za hlavní budou považovány způsoby zkoumání problematiky a zejména závěry těchto prací, z nichž vyúsťuje stanovení dílčích cílů vlastní diplomové práce. Následující kapitola je zaměřena na vývoj silniční sítě Česka. V další kapitole *Metodika sledování* jsou diskutovány a zvoleny konkrétní ukazatele a popsán způsob jejich sestavení (výpočet, převzetí z jiných databází), dále jsou vysvětleny metody řešení výzkumných otázek a vymezeny všechny podstatné faktory ovlivňující celkový výsledek.

Následující části *Hodnocení reálných interakcí e jejich vztahů* a *Analýza teoretických vztahů a jejich srovnání s reálnými vztahy* jsou zaměřeny na vlastní sledování vztahů, souvislostí mezi jednotlivými charakteristikami a modelování prostorových interakcí na příkladu krajských měst. Poslední kapitola *Závěr* je věnována celkovému zhodnocení výsledků práce, potvrzení nebo vyvrácení vstupních hypotéz a přijetí zobecňujících závěrů, které práce ukázala.

## 2) DŘÍVĚJŠÍ STUDIE PROBLEMATIKY DOPRAVNÍCH INTERAKCÍ

Tato část práce je věnována zejména hlavním poznatkům o odborných studiích, které jsou věnovány sledované problematice dopravní interakce (včetně použití gravitačního modelu), dopravní dostupnosti a dopravní intenzitě. Zejména je potřeba se blíže seznámit s odlišnými přístupy k výzkumu, s použitou metodikou, interpretací a samotnými výsledky, jež by mohly být použity v některých případech jako podklady pro vlastní studii. Podobným námětem se v minulosti zabývala řada autorů, zejména ekonomů a geografů. Snahou vysvětlit vznik a popsat existenci polarizace prostoru, ale také celou řadu faktorů, které byly, jsou a budou základem diferencovaného vývoje sídel, se zabývá celá škála teorií. Na druhou stranu je třeba poznamenat, že z hlediska rozvoje každého centra dochází ke kombinaci nejrůznějších faktorů s odlišnou intenzitou, pro jejichž pochopení a hodnocení neexistuje doposud univerzální vzorec. Ještě než se budeme zabývat jednotlivými studii a chápání infrastruktury jako jednoho z hlavních prostředků interakčních procesů, je potřeba říci, jakým způsobem bude vnímána infrastruktura jako taková. Podle Gielisse (1998) lze infrastrukturu rozčlenit na sociální (dbá hlavně o blaho společnosti) a ekonomická (slouží jako primární podmínka pro ekonomickou aktivitu). Proto následný přehled literatury i celá práce je zaměřena právě na ekonomickou, respektive dopravní infrastrukturu.

### 2.1) Prostorové interakce

Základem pro analýzu vzájemných vztahů mezi regiony, středisky jsou v první řadě jejich prostorové interakce. Jako klasický příklad prostorových interakcí lze uvést především vztahy realizované pohybem osob (např. dojíždění do zaměstnání, do škol, za službami, migrace), ale i jiné formy jako přeprava nákladů, přenos informací pomocí telekomunikačních spojení a kapitálu (Johnston, Gregory, Pratt a Watts, 2000).

Dopravněgeografické studie řešící prostorové interakce se ve zvýšené míře začínají objevovat v období tzv. kvantitativní revoluce 60. let 20. Století. V této době se

regionální studie vyznačovaly idiografickým přístupem kladoucí důraz na jedinečnost určitých regionů a na unikátnost interakcí mezi lidskou společností a přírodním prostředím v regionech.

Hlavní snahou bylo emancipovat geografii a posunout její výzkum na stejnou úroveň ve vztahu k ostatním sociálním a přírodním vědám, tj. k nomotetickému bádání prostřednictvím hledání prostorových pravidelností/zákonitostí v interakcích přírodních a sociálních jevů. Byl tedy kladen důraz na systematický výzkum prostorových struktur sociálních jevů s využitím matematických a statistických modelů. Mezi hlavní představitele patřili především zástupci americké geografické školy (Marada 2003). Jedním z hlavních představitelů byl E. L. Ullman, jež vycházel z německých geografů Christallera a Löscheho (Christallerova teorie centrálních míst), kteří hledali počátkem 20. Století pravidelnosti v sídelní struktuře Německa. Podle Ullmana úloha geografie tkví v hledání generalizace a abstrakce za účelem nalezení prostorových (chorologických) pravidelností/zákonitostí v modelových situacích. Na druhou stranu je potřeba říci, že jejich teorie stojí na nereálných předpokladech (např. zkoumané území je homogenní rovina s jednotnými dopravními tahy ve všech směrech, dokonalá konkurence, mobilita, informovanost a dostatečné množství surovin pro výrobu) a proto níže uvedené závěry mohou odpovídat skutečnosti jen ve velice hrubých rysech (Vondráčková 2008).

Ullman (1954, cit. v Hůrský 1988) ve své práci zavádí tři nezávislé podmínky pro vznik prostorových interakcí mezi lokalitami/regiony – regionální doplňkovost (regional complementarity), přepravitelnost (transferability) a možnost intervence (intervening opportunity). Některé studie např. Turton, Black (1998) doplňují tři nezávislé faktory o faktor čtvrtý - politický, který je častým omezením prostorových interakcí např. z důvodu embarga apod. (Chmelík 2008).

Základem vzniku interakcí mezi sídly, regiony je existence nabídky a poptávky (Rodrigue, Comtois a Slack 2006). Pokud tedy existuje nějaký region A disponující nadbytkem nějaké funkce/ jevu (volná pracovní místa, koncentrace obslužných funkcí) a na druhé straně region B, jež nedisponuje těmito funkcemi/ jevy, pak je potenciál pro vznik interakcí mezi danými regiony. Tento vztah platí oboustranně. Ullman dále zmiňuje možnost intervence. Jedná se o předpoklad neexistence nějakého dalšího sídla nebo regionu C v blízkosti lokalit A a B, který disponuje

výhodnějšími funkcemi/ jevy, čili alternativa pro A, či B. Poslední podmínku Ullmanovy teorie představuje přepravitelnost, kterou jednoduše charakterizoval jako odpovídající dopravní spojení (infrastruktura), přičemž náklady k překonání vzdálenosti mezi lokalitami nesmí být vyšší než výhody plynoucí ze vzájemné interakce (Chmelík 2008). Podle Rodrigue, Comtois, Slack (2006, s. 165) hlavním cílem prostorové interakce je „poskytnutí možnosti jak toky měřit a předpovídat důsledky jejich změn v jiných podmínkách“.

## 2.2) Modely prostorových interakcí

Další řešenou problematikou je vyjadřování vzájemně působících procesů za použití interakčních modelů. Mnohem více zástupců zabývajících se výzkumy interakcí respektive aplikací nejrůznějších modelů je pochopitelně v zahraniční odborné literatuře. Studie se tematicky dotýkají jednotlivých oblastí výzkumu, ať už při vymezení interakcí na řádově odlišných úrovních, teoretických přístupů, či sledování konkrétních lokalit v rámci jednotlivých států, na jejichž výzkum jsou aplikovány rozmanité metody. Hlavní snahou je najít obecný vzorec při řešení problémových faktorů slabých regionů, kde výsledky jsou následně často porovnávány s teoriemi regionálního rozvoje.

Jak již bylo zmíněno výše od 60 let 20. století se vyvinulo široké spektrum gravitačních a prostorových modelů, jež se vztahují na celou řadu rozmanitých interakcí, které se zabývají každodenními problémy a plánováním.

Hlavním účelem používaných modelů bylo porozumění současným a minulým interakcím. Následně byly tyto vzory hojně zapojeny do mnoha studií, které předpovídaly vliv různých změn v proměnných a postupech, které je ovlivnily – jako vliv na dopravu v nové průmyslové oblasti, významný rozvoj rezidentních oblastí, významnou stavbu obchodního centra, novou superdálnici, reorganizaci dopravního systému atd. K dispozici je celé škála aplikací a teoretických analýz o gravitačních či prostorových modelech interakce, ovšem nelze vybrat jeden konkrétní univerzálně vhodný model. Isard (1998) dále poukazuje na to, že gravitační interakce jsou mnohem relevantnější na úrovni makroanalýzy, kde se efekt každého konkrétního atributu v mnoha rozličných párech atributů zprůměrnuje, než v mikroanalýze, kde

není žádné „zprůměrnění“. Interakční modely vycházejí ze základního předpokladu, že tok ( $X_{ij}$ ) je funkcí atributů lokalizace a významu místa zdroje ( $V_i$ ), atributů lokalizace a místa cíle ( $W_j$ ) a atributu vzdálenosti mezi zdrojem a cílem ( $S_{ij}$ ). Podle Rodrigue, Comtois, Slack (2006) je dána primární formulace prostorových interakčních modelů vztahem:

$$X_{ij} = f(V_i, W_j, S_{ij}).$$

Pomocí tohoto základního vztahu lze odvodit konstrukce dalších tří základních interakčních modelů - model potenciálu obyvatelstva, modely vymezující sféru vlivu středisek a gravitační model. Model potenciálu obyvatelstva je srovnáván se vzorcem pro výpočet hodnoty hustoty zalidnění. Pomocí tohoto modelu lze hodnotit primární znaky v rozložení obyvatelstva nejen na zkoumané lokalitě, ale i vůči dalším lokalitám, což je první jeho výhoda oproti hodnotě hustoty zalidnění (vyjadřuje pouze situaci ve sledované lokalitě). Druhou výhodou modelu je jeho samotná konstrukce Řehák (2004a).

Graficky lze model vyjádřit pomocí soustavy izolinií. Základní konstrukční vztah modelu je:

$$P_i = \sum_{j=1}^n \frac{M_j}{d_j},$$

Kde  $M_j$  je masa všech sledovaných jednotek (ve většině případů počet obyvatel) a  $d_j$  jsou vzdálenosti  $j$ -té územní jednotky od jednotky  $i$ . Příkladem využití vzorce je studie potenciálu obyvatelstva Česka s důrazem na pohraničí (Řehák 2004a), ze zahraničních zdrojů například gravitační potenciál obyvatelstva USA dle Isarda (1969) či Taaffe, Gauthier (1973) a Potrykowski, Taylor (1982) znázorňují tržní potenciál na příkladu USA.

Dalším významným interakčním modelem je Reillyho model, který byl původně konstruován za účelem zjišťování spádovosti za maloobchodem a vycházel z čistě formálních vztahů, přičemž vychází z několika hlavních skutečností při hodnocení konkurenční schopnosti středisek: „*místa (střediska) o stejné měřitelné významnosti (v modelech se tomu říká masa; původně je to počet obyvatel, jsou však i další*

možnosti, jak tuto měřitelnou významnost vyjádřit) mají bod rovnováhy na polovině své vzdálenosti (vzájemné odlehlosti), v případě míst nestejného měřitelného významu (tedy nestejně masy) se bod rovnováhy předem předvídatelným způsobem (v závislosti na masách) vychyluje směrem k menšímu z obou konkurenčních středisek (tedy ke středisku s menší masou)'' (cit. Řehák, Halás, Klapka 2009, s. 48).

Geometrická verze Reillyho modelu je nejznámější ve tvaru (např. Čadková, Krásný 1985, Rodrigue, Comtois, Slack 2006):

$$X_i = \frac{D_{ij}}{1 + \sqrt{\frac{P_j}{P_i}}},$$

kde  $X_i$  je vzdálenost hraničního bodu od střediska  $i$ ;  $D_{ij}$  je vzdálenost mezi středisky

$i$  a  $j$ ;  $P_i$  a  $P_j$  jsou masy středisek (nejčastěji vyjádřené počtem obyvatel). Řehák, Halás, Klapka (2009) ho vyjadřují jako:

$$\sqrt{\frac{M_A}{M_B}} = \frac{d_{AB} - n}{n}$$

kde  $M_A \geq M_B$  jsou masy středisek  $A$  a  $B$ ,  $d_{ab}$  je vzdálenost obou srovnávaných středisek na přímce procházející středisky  $A$  a  $B$  a  $n$  je bodem rovnováhy na již zmíněné přímce a vzdálenost mezi menším z obou středisek (Řehák, Halás, Klapka, 2009). V rámci některých studií se upravený vzorec objevuje bez použití odmocniny či s vyšší odmocninou než druhou. Hlavním důvodem této úpravy je potlačení „významu velikosti konkurujících si středisek a naopak dochází k jejich vnímání jakožto správních středisek“ (Řehák 2004b, s. 271).

Dalším významným interakčním modelem je tzv. Huffův model, který je zaměřen na vymezení vlivu středisek. Definován je jako podíl cest za nákupy z určitého sídla do

všech středisek zkoumané oblasti. Tento podíl lze považovat za pravděpodobnost, že určité středisko bude vybráno jako cíl nákupů obyvateli sídla. Vychází ze vztahu (upraveno podle Čadková, Krásný 1985):

$$P_{ij} = \frac{\frac{M_j}{d_{ij}}}{\sum_{j=1}^n \frac{M_j}{d_{ij}}},$$

kde se hodnota podílu  $P_{ij}$  rovná pravděpodobnosti spádu ze sídla  $i$  do střediska  $j$ ;  $M_j$  je velikost mas jednotlivých středisek;  $\sum_{j=1}^n$  je součet interakcí mezi sídlem  $i$  a všemi okolními středisky;  $d_{ij}$  je vzdálenost mezi sídly  $i$  a  $j$ . Huffovým modelem se ve své práci zabývá Dokoupil (2008), kde hodnotil spádovost za službami ve vybraném mikroregionu, Hampl, Gardavský a Kühnl (1987) hodnotili převládající spád středisek na příkladu ČSR. Posledním významným interakčním modelem, kterým se zabýváme v předkládané práci, je gravitační model, a proto bude diskutován samostatně v následující kapitole.

### 2.3) Gravitační model

V práci je prezentován gravitační model jako plánovací nástroj pro předpověď dopravních problematik. Ve značné míře se jedná o modelování prostorových interakcí (dopravní a dojížděkové vazby, migrace) mezi středisky včetně změn způsobenými například změnou vzdálenosti. Dále jsou představeny hlavní myšlenky vztahující se ke gravitačnímu modelu.

Konstrukce modelu, obdobně jako další interakční modely, vychází 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. Hlavním předpokladem pro konstrukci modelu je podle Řeháka (1992, s. 60) tvrzení, že „určitá prostorová konstelace středisek a určitá



*konfigurace dopravních sítí spolu objektivně determinují základní rysy prostorové organizace dopravních vazeb v daném území".* V souladu s obecnými principy gravitačního modelu podle Řeháka (1997) platí, že mezi dvěma lokalitami bude větší dopravní tok, pokud jsou tato místa blíže k sobě, a zároveň bude vyšší tok také mezi místy významnějšími, za předpokladu lidské přirozenosti vyhledávat nejkratší spojení.

Aplikací gravitačního modelu se u nás dlouhodoběji zabývají tedy již zmíněné práce Řeháka (1992, 1997, 2004), který například pomocí modelu hodnotil sílu vazeb mezi nejvýznamnějšími středisky ČSFR (Řehák, 1992) a také relace v našem pohraničí mezi českými městskými středisky a velkými městy v blízkém okolí naší republiky (Řehák, 2004). V české literatuře se dále problematikou gravitačních modelů zabývá Pavlík a Kühnl (1982, s. 224), kteří tento vztah jednoduše popisují „*čím jsou dvě města více vzdálená, tím bude víc překážek intenzity jejich vztahů*“. Hlavička (1993) řeší především metodologické a kvalitativní otázky a učinil pokus o širší pohled na problematiku modelování interakcí. V zahraniční literatuře pak například Isard (1998), Luoma (1993), Haggett (2001), Lee (1973), Black (2003), Rodrigue, Comtois, Slack (2006). Nejobecnější formulace gravitačního modelu mezi jednotlivými dvojicemi hodnocených středisek, regionů vychází ze vztahu:

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

kde  $X_{ij}$  je síla vzájemného vztahu sledovaných tzv. mas středisek  $i$  a  $j$  (uváděna jako bezrozměrná hodnota),  $M_i$  a  $M_j$  jsou masy středisek (nejčastěji počet obyvatel),  $D_{ij}$  je vzdálenost mezi vybranou dvojicí středisek a  $b$  je parametr (exponent) určující vzdálenost. V rámci dopravních úloh je výsledkem hodnocení interakcí mezi jednotlivými dvojicemi středisek tzv. hrana, která je charakterizována jako suma všech dílčích interakcí ostatních dvojic středisek, jež jsou realizovány po sledované spojnicí spojovací trasy.

Ve většině případů se výsledné hodnoty relativizují vůči hraně s nejvyšší kumulovanou hodnotou a následně je možno graficky prezentovat. V případě, že řešíme kupříkladu migraci či dojížděku nelze kumulovat sumy dílčích interakcí,

jelikož tyto vztahy se odehrávají vždy výhradně mezi dvěma středisky. Následná relativizace výsledků jednotlivých párů probíhá opět vůči páru nejsilnějšímu. Podle Řeháka (1997) v rámci dopravních studií lze vycházet z faktu, že celé sledované území se chová integrálně, a proto je možno hodnotit změny sledovaných prostorových interakcí po realizaci zásahů a změn v dopravní síti (např. výstavba dálnice).

Pomocí těchto vzorců lze simulovat dopravní situace, jež se odehrávali jednak v minulosti a jednak i predikovat např. změnu budoucího stavu dopravního zatížení sledovaných dopravních tras v kontextu vybudování nových alternativ dopravních komunikací. Nevýhodou užití gravitačního modelu je jeho tendence zjednodušovat realitu, jelikož ve své konstrukci nezahrnuje další možné skutečnosti, které také ve značné míře mohou ovlivňovat výsledné interakce (např. nezahrnuje behaviorální chování jedinců, opomíjí sociální a politické skutečnosti atd.). Výsledné interakce vyhodnocené pomocí gravitačního modelu ovlivňuje i výběr masy reprezentující sledované jednotky a způsob vyjádření vzdálenosti mezi nimi.

Protože existuje mnoho typů aplikací a teoretických analýz, které mohou být použity, nebo se o nich říká, že mohou být použity, v gravitačních a prostorových modelech interakce, nelze vybrat jeden konkrétní univerzálně vhodný model. Proto v další části prodiskutujeme různé způsoby, jakými mohou být proměnné gravitačního modelu definovány a měřeny.

#### 2.4) Definice a měření masy

Co je relevantní masou? Snad nejvíce používaným ukazatelem masy středisek je populace v určité oblasti, která vykonává cesty do destinací, jejichž masami jsou jiné populace. Podle Isarda (1998a) masou cílové oblasti může být: počet pracovních míst, počet nemocničních lůžek, počet přístavních objektů, velikost univerzity, velikost ekonomiky daného regionu, počet jeho pracovních sil, výše jeho příjmů, množství zaregistrovaných aut a celá řada dalších veličin. Dále poukazuje na fakt, že modelová interakce má lepší vypovídací schopnost, čím méně je rozdílů mezi prvky každé masy a čím větší je masa, o kterou se jedná. Ze všeobecného hlediska bylo v regionální vědě a jiných sociálních studiích zjištěno, že gravitační model je nejlépe

aplikovatelný tehdy, když náleží prostorové interakci velkých mas (celků), méně aplikovatelný na prostorovou interakci jejich podoblastí, ještě méně aplikovatelný na prostorovou interakci malých skupin a jednotlivců. Ve zkratce řečeno jsou gravitační interakce mnohem relevantnější na úrovni makroanalýzy, kde se efekt každého konkrétního atributu v mnoha rozličných párech atributů zprůměrnuje, než v mikroanalýze, kde není žádné zprůměrnění (Isard, 1998a). Dále se nabízí i samotná modifikace mas k potřebám studie. Určitou možností, jak zvládnout problém nestejnorodosti mezi masami je zahrnutí vah. Použití vah je možno aplikovat např. při studiu letecké dopravy první třídou mezi městskými oblastmi. V tomto případě lze očekávat, že oblast s vysokým příjmem bude vytvářet větší množství takovýchto cest než oblast se stejně velkou populací, ale nižším příjmem. Jedním způsobem, jak se vyrovnat s touto konkrétní nestejnorodostí je vydělit populaci každé podoblasti  $i$  jejím průměrným příjmem Isard (1998a). Obdobně uvažují Pavlík a Kühnl (1982), kteří rovněž navrhnou vynásobit počet obyvatel jejich průměrným příjmem opět za předpokladu, že movitější lidé cestují více. Do samotné konstrukce gravitačního modelu je možné zahrnout atraktivitu a emitivitu. Atraktivita středisek v rámci tohoto kontextu je chápána jako potenciál určité oblasti, který je často výsledkem ekonomické úrovně lokality (koncentrace řídicích, komerčních funkcí), což se projevuje vyšší mírou intenzity interakčních vazeb. Emitivita je chápána jako potenciál sídel generovat cesty v souvislosti s úrovní příjmů obyvatel, dostupností dopravních prostředků (nabídkou spojů hromadné dopravy) či úrovní automobilizace (Chmelík, Květoň, Marada, 2009). Ovšem tyto dva faktory jsou ve většině případů těžce uchopitelné a náročné na výpočet, proto bývají většinou zanedbávány, respektive se počítá s předpokladem, „že emitivita a atraktivita každého ze zkoumaných vrcholů s masou jsou přímo úměrné počtu obyvatel (mase)“ (Řehák 2004b, s. 272).

## 2.5) Definice a měření vzdálenosti

V literatuře byla vzdálenost často definována fyzicky podél přímé čáry spojující dvě masy a to v kilometrech nebo jiných standardních jednotkách. V některých případech (např. v rámci metropolitních areálů) může být považováno za lepší měření podle cestovního času nebo se může jednat o kombinaci kilometrů a cestovního času

v případech, kdy jde o cestování ve špičce i mimo ni. V jiných studiích mohou být použita jiná měření vzdálenosti, jako například: ekonomická vzdálenost měřená cenou přepravy nebo cesty, nebo množství spojů v dopravní cestě nebo komunikačním kanálu. V některých případech, pokud existují dobré odhady sociální vzdálenosti, politické vzdálenosti, ideologické vzdálenosti psychologické vzdálenosti nebo jiné vzdálenosti, mohou být tyto ukazatele rovněž zahrnuty. Obvykle však jsou takové vzdálenosti podceňovány a odhadovány, když je pro danou situaci znám počet interakcí a velikost mas, o které se jedná (Isard 1998a). Hlavním nedostatkem této metodiky je nezahrnutí faktoru kvality dopravní infrastruktury či členitosti terénu do výpočtu vzdálenosti. Další faktor ovlivňující časovou vzdálenost mezi středisky je zvolený dopravní prostředek použitý k realizaci interakce.

Podobně jako u mas se i v rámci výpočtu vzdálenosti mezi lokalitami nabízí možnost přisouzení vah jednotlivým dopravním spojením. Řehák (1992) navrhuje přisoudit nejkvalitnějším komunikacím koeficient 1, který se následně s poklesem kvality dopravní komunikace zvyšuje. Tyto faktory se ve značné míře projevují právě při měření pomocí časové metody, proto můžeme konstatovat, že cestovní čas (časová vzdálenost) mezi středisky jsou základní vypovídací schopností jejich vzájemné dopravní dostupnosti, která je často uváděna jako nejdůležitější přímý vliv nové dopravní infrastruktury.

Budování dopravních spojení v minulosti mělo hlavní úkol propojit tehdy stávající oblasti s nově rozvíjejícími se lokalitami, což se projevovalo v jejich rozvoji. Naopak v současnosti je primárním úkolem nově vybudovaných komunikací jejich zkvalitnění, zefektivnění a především snížení cestovní doby (cestovní čas ovlivňuje povolená maximální rychlost a délka komunikace, která souvisí s tzv. deviatilitou - klikatostí dopravních tras – více např. Brinke 1999).

Podle Rietveld a Bruinsma (1998) výstavba nové infrastruktury s sebou přináší řadu problémů jako výskyt kongescí zejména u vyústění na městské silniční okruhy, což v konečném výsledku zvyšuje cestovní čas a zhoršuje dostupnost. Další významnou výjimkou je nedostatek exitů po zprovoznění dálnice. Tím pádem některé lokality trpí nedostatkem přístupových bodů na nové komunikaci a dochází k nárůstu rozdílu mezi sídly s výhodnou a periferní polohou vůči exitům. Proto některá sídla novou dálnicí ani nevyužívají a jejich dopravní dostupnost je neměnná (Chmelík, 2008).

Gravitační model i řada dalších simulací využívá vzdálenost jako proměnnou a síla interakce mezi dvěma body klesá v závislosti na rostoucí vzdálenosti mezi nimi. Proto lze říci, že „vzdálenost je vlastně rezistencí prostředí vůči pohybu v prostoru, výrazem netotožnosti lokalizace dvou míst“ (Řehák 2004b, s. 71). Při konstrukci gravitačního modelu se v souvislosti se vzdáleností mezi jednotlivými lokalitami zahrnuje koeficient  $b$ , jehož hodnoty zvyšují/ snižují význam vzdálenosti k potřebám studie.

Pokud je parametr  $b=1$ , pak se jedná o lineární závislost vzdálenosti a výsledné interakce. Obecně platí, že nižší hodnoty parametru  $b$  snižují význam vzdálenosti jako faktor odporu a naopak zvyšují význam mas středisek, což se následně projeví zvýšenou mírou podílu mas na výsledné interakci. Obráceně vyšší hodnoty parametru  $b$  přispívají k navýšení významu vzdálenosti a snížení vlivu masy středisek na výsledné interakci. Typickým příkladem je studie zabývající se migrací mezi regiony ve Švédsku za použití tzv. funkce Pareto (Hägerstrand 1957, cit. v Haggett 1965), kde vychází ze vztahu (upraveno podle Haggett 2001):

$$X = \frac{1}{aD^b},$$

kde  $X$  je tok (interakce),  $D$  vzdálenost,  $a$  a  $b$  jsou koeficienty. Mezi české studie zabývající se vlivem vzdálenosti patří např. práce Kühnla (1975), Řeháka (1992), který testoval zvolené parametry (0,6; 0,8; 1,1; 1,6; 2,4; 3,6; 5,4) ve svém sídelně dopravním modelu ČSFR. Z jeho výsledků lze vyvodit, že nízké hodnoty parametru  $b$  byly uplatněny pro osovou linii Československa, předurčenou pro spojení na dlouhé vzdálenosti, naopak vysoké hodnoty potlačovali intenzitu prostorových vazeb v rámci významných československých aglomerací a jejich okolí.

## 2.6) Vztah masy a vzdálenosti středisek

Mezi první nejvýznamnější teorie zabývající se studiem vztahu středisek vůči vzdálenostem mezi nimi v kontextu dopravní dostupnosti, dopravními náklady potažmo jejich vlivem na rozmístění ekonomických aktivit, patří některé lokalizační

teorie označované za předchůdce teorií regionálního rozvoje. Vůbec mezi první teorii studující faktory ovlivňující lokalizaci aktivit řadíme studii von Thüнена z roku 1826, který se pokusil formulovat model prostorového rozšíření zemědělských aktivit (Blažek, Uhlíř 2002). Dalším významným počinem je studie A. Webera (1904), kde rozebírá dostupnost produkčních faktorů (půda, práce, kapitál) jako podmínku pro produkční možnosti. Weber také na rozdíl od Thüнена nepracuje jen se zemědělskými podniky, ale svou pozornost věnuje i firmám z ostatních sektorů. Obě jejich teorie vycházejí z hlavních neoklasických předpokladů – dokonalá konkurence a plné využití výrobních faktorů. Druhou významnou teorií je studie Hottelinga (1929), ve které se zabývá chováním firem v tržním prostoru. Vychází z předpokladu, že hlavním úsilím firem bude snaha o dosažení nejvýhodnější polohy na trhu, respektive má větší roli nežli úspora dopravních nákladů. Primární snahou je tedy nalézt výhodnou polohu na trhu, jelikož rostoucí vzdálenost od zákazníků (středisek) způsobuje pokles poptávky (Blažek, Uhlíř 2002).

Posledním a zároveň nejkomplexnější směrem lokalizační teorie je studie centrálních míst vypracovaná Wahrem Christallerem a Augustem Löschem ve 30. a 40. letech 20. Století. Christallerova teorie ovšem stojí na nereálných předpokladech (např. homogenní rovina se stejnou mírou dopravní dostupnosti v každém bodě, jeden typ dopravy, dopravní náklady jsou proporcionální, rovnoměrně rozmístěná populace dokonalá konkurence, mobilita a informovanost). Za těchto idealizovaných předpokladů bylo hlavním cílem vysvětlení prostorového systému osídlení, tedy velikosti a rozmístění sídel v sídelní struktuře především na základě ekonomických charakteristik, závislých hlavně na chování spotřebitelů a obchodníků (Blažek, Uhlíř 2002). Podstatou teorie je tvrzení, že malá střediska jsou schopna produkovat pouze omezený okruh zboží, ale jejich obyvatelé žádají rozmanitější sortiment, který je k dispozici v jiných střediscích v dosažitelné vzdálenosti.

Čili se snažil určit maximální vzdálenost, kterou je zákazník ochoten absolvovat při potřebě nákupu určitého typu zboží a minimální velikost trhu, která umožní existenci nabízené služby. Čím častěji obyvatelé dané zboží (může se jednat i o služby) potřebují, tím je centrum jeho poskytování lokalizováno blíže či dále. Postupně se vytváří určité sféry vlivu ovlivněné časovou dostupností a dopravními náklady. Vznikají tak regiony s centry obsahující alespoň minimální počet obyvatel schopných uživit určité konkrétní ekonomické zařízení. I přes ráznou kritiku, které se

Christallerově teorii dostalo z důvodu zahrnutí nereálných neoklasických předpokladů (viz výše), došlo v 60. letech 20. století k navázání na ni W. Isardem.

Své poznatky z teorie lokalizace a regionálních teorií shrnul do tzv. **regionální vědy**. Jeho práce vychází z Webera a Lösche za využití nových matematicko-ekonomických schémat a modelů a zejména počítačové techniky (gravitační model, analýzy vstup–výstup).

Obecně tedy zlepšení dopravní dostupnosti rozšiřuje možnosti volby (výběr místa zaměstnání, strávení volného času apod.) i možnost náhodných kontaktů, z čehož vyplývá hierarchická diferenciací kombinací. Lepší doprava tedy umožňuje vytvořit větší organismus, který ve svém rámci komunikuje. Nové komunikace nejen zpřístupňují nové oblasti, ale na druhé straně také vystavují regiony tvrdší konkurenci (plně tedy platí obousměrnost). Špatná dopravní dostupnost představuje štít (ochranu) před podniky z jádra. Se zlepšením dopravní dostupnosti dochází v nově propojeném místě k ostřejší konkurenci pro místní podniky. Dopravní poloha/dostupnost je tedy nepochybně jedním z důležitých faktorů, které přispívají k nerovnoměrnému regionálnímu rozvoji.

Nové komunikace ovšem nemusí nutně stimulovat nový rozvoj, ale může dojít k pouhé rekonfiguraci rozmístění stávajících ekonomických aktivit. Při studiu vlivu dopravy je proto třeba sledovat nejen bezprostřední okolí komunikace, ale i širší region. Je nutno studovat dva efekty stojící proti sobě – redistribuční a generativní (Rietveld, Bruinsma 1998). Redistribuční efekt znamená, že nová komunikace nemusí vyvolat novou aktivitu, ale způsobit pouze přesun stávajících aktivit k ní. Naopak generativní efekt znamená, že nová komunikace k sobě přitáhla nové aktivity. Příkladem těchto efektů může být suburbanizace v zázemí Prahy (vznik hypermarketů u nové výstavby rodinných domů). V převážné míře se jedná pouze o redistribuční efekt. V současnosti hraje významnou roli na poli logistiky koncept just-in-time, kdy roste objem přepravy v kratším časovém úseku, přičemž je plně závislý na kvalitní infrastruktuře. Lze tvrdit, že investice do infrastruktury nutně nemusí být neekonomičtější a nejefektivnější. Příkladem je rozdílné pojetí dopravní infrastruktury v Irsku a Portugalsku. Portugalsko investovalo do sítě dálnic všemi směry z Lisabonu a jsou tam typické dálnice "odněkud nikam", kdežto Irsko nejvíce investovalo do lidských zdrojů a podcenilo infrastrukturu, jejíž velký rozvoj je

vynucen až nyní. To plně odpovídá Hirschmanově (1952) teorii nerovnoměrného rozvoje, která říká, že se musí podpořit výroba, která vynutí výstavbu infrastruktury, zatímco opačně to neplatí (Blažek, Uhlíř 2002).

Skutečné problémy periferních regionů tedy nespočívají v poloze v dopravní síti, ale jsou předurčeny v jejich socioekonomických charakteristikách (vzdělanost, způsob života, institucionální hustota a struktura – tedy nepřítomnost vyšších/řídících/rozhodovacích/ funkcí ze soukromého i veřejného sektoru, které jsou významným zdrojem zakázek), častá je i nízká hustota zalidnění a z toho vyplývající nízká hustota kontaktů a příležitostí.

Jinou otázkou je vznik periferiability jako komplexního problému. Roli má zděděná ekonomická struktura, tj. přirozené střídání klíčových odvětví v ekonomice, doprovázené změnami prostorových vzorců prosperity a zaostalosti. Dvěma hlavními kumulativními mechanismy jsou úspory z rozsahu a aglomerační výhody (výhody z lokalizace v blízkosti jiných podniků, možnosti sdílet stejnou infrastrukturu, znalosti prostřednictvím mobility pracovních sil, společný trh práce apod.), které působí proti periferiím. Z toho vyplývají i důsledky, jak je vysvětluje např. Masseyová teorie územních dělb práce nebo Hamplova teorie geografické organizace společnosti. Dále je potřeba zdůraznit fakt, že doprava v souvislosti se strukturálními změnami v hospodářství přestává být jedním z hlavních lokalizačních faktorů, jelikož se v současnosti objevují nové faktory jako přístup k informacím či službám na vysoké úrovni či ke kvalitnímu institucionálnímu a politickému prostředí (Vickerman, Spiekermann, Wegener 1997).

## 2.7) Kalibrace gravitačního modelu

Regionální vědy, geografie a další příbuzné obory se snaží testovat vliv vzdálenosti na všechny možné typy dat o sociálně-ekonomicko-politické interakci, ale také se snaží zjistit míru intenzity tohoto vlivu. K tomu slouží právě kalibrace. Výsledkem kalibrace je větší porozumění a více pohledů na sledovanou problematiku, tudíž kalibrované parametry tak mohou být extrémně cenné při pozorování a získávání dalších poznatků o změnách v systému. Nejširší použití kalibrovaných parametrů je dále vhodné pro účely předpovědí např. vliv nových investic do infrastruktury. Za



určitých podmínek lze pomocí použitých dat předpovídat situaci v minulosti. Hlavní podstatou kalibrační úpravy je vytvoření statisticky co nejtěsnějšího vztahu mezi sledovanými jevy při nalezení vhodných hodnot každého z parametrů (v našem případě parametr vzdálenosti  $b$ ).

Jednoduše řečeno v rámci naší studie se jedná o nalezení vhodné hodnoty parametru vzdálenosti  $b$  tak, aby porovnávaná modelová interakce s reálnou interakcí byla v co nejužším vztahu dle korelační analýzy za použití regresní rovnice, která následně poslouží i k samotné predikci hodnot reálných interakcí. Jako příklady studií zabývajících se kalibrací lze uvést práce Isarda (1998a) kde se zabývá prostorovou interakcí Turecka s vybranými zeměmi OECD (Organizace pro Ekonomickou Spolupráci a Rozvoj). Teoretické možnosti kalibrace řeší Paulov (1993) a při modelování prostorových interakcí na příkladu Ostravska ji do své práce zahrnul Chmelík (2008).

## 2.8) Příklady aplikace gravitačního modelu

Gravitační modely se používají v různých společenských vědách, přičemž hlavním úkolem je předvídat a popsat určité chování sledovaných jevů v prostoru. Začaly se hojně objevovat především v 60. letech 20. století v souvislosti s kvantitativní revolucí v geografii především v anglosaské literatuře. Mezi názorné příklady lze zahrnout modelování počtu pasažérů leteckých spojů mezi Salt Lake City a dalšími 25 městy USA (Taafee, Gauthier 1973).

Další příklady studií se začaly objevovat v 90. letech 20. století kdy model aplikovaný na příkladu mezinárodního obchodu využívají Bergstrand, Jeffrey (1985). Podobnou tematikou se zabývá Caruso (2003) řešící dopady mezinárodní ekonomie na obchod. Ve vztahu dopravní dostupnosti s dopravními komunikacemi lze zmínit práce např. Luoma, Mikkonen, Palomäki (1993), Mikkonen, Luoma (1999), kteří řeší, jak se snižující vzdálenostní se parametry mění v čase, zabývají se problematikou mas, a vzdálenostní funkcí ve vybraném regionu Finska, dále Spiekermann, Wegener (1997), Rietveld, Bruinsma (1998), Gutiérrez (2001). V rámci české literatury zabývajících se dopravněgeografickými aspekty za využití gravitačního modelování

patří především práce Řeháka (1992, 1997, 2004a), Rölce (2004), Kühnla (1975), Hampl, Gardavský, Kühnl (1987). Řehák (1992) modeluje dopravní vztahy v Československu vzhledem k silniční a železniční dopravě. Jeho další studie (Řehák, 1997) je aplikována na nejdůležitější silniční spojení v Česku. Studii R. Rölce (2004) lze rozčlenit do tří tematicky sledovaných hierarchických úrovní. Na mikroregionální úrovni hodnotil nejvýznamnější evropská města na základě populační velikosti aglomerace, v oblasti dopravy byla hodnocena letecká doprava a z hlediska kvartérních aktivit byla charakterizována velikost finančního sektoru. Pomocí aplikace gravitačního modelu následně určil nejvýznamnější osy sledovaných středisek. Na druhé meziregionální úrovni zvolil hlavní střediska českého sídelního systému a hodnotil jejich dopravní významnost. Jako masu středisek zvolil agregátní ukazatel ((K<sub>FV</sub> - komplexní funkční velikost podle Hampl, Müller (1996) větší než 50,0)), který vyjadřuje celkový význam města v sídelním systému. V další části vyhodnotil nejvýznamnější osy, které konfrontoval s nejvýznamnějšími osami silniční dopravy a s prioritními dopravními osami dle preference jejich výstavby. Z výsledků bylo patrná jednak vysoká koncentrace dopravní zátěže na dobudované kapacitní trasy a rovněž vysoká intenzita dopravy v okolí hlavních center osídlení.

V posledních letech se objevila například práce Chmelíka (2008), který v modelu prostorových interakcí Ostravska predikoval reálné dopravní toky. Bartošová (2008) predikovala zase hodnoty reálných toků po dostavbě D3 (a rychlostních silnic R3, S10).

## 2.9) Dílčí cíle práce a výzkumné hypotézy

Jak již bylo uvedeno výše, hlavním cílem vlastní práce tedy bude hodnocení jednak samotných modelových a reálných interakcí (intenzity silniční dopravy), samotná kalibrace gravitačního modelu a závěrečná predikce reálných vztahů při zohlednění plánovaných změn v dopravní síti.

Hlavním použitým metodologickým nástrojem je gravitační model aplikovaný na vymezené území Česka, respektive na příkladu krajských měst. Modelování prostorových interakcí je vztaženo k rokům 2001,2005 a k predikci k roku 2020. Na

základě výše diskutovaných studií tykající se poznatky a možnostmi využití gravitačního modelu lze vyvodit následující dílčí cíle práce, které vychází z metodického postupu našeho modelování.

Prvním je zjištění časové vzdálenosti mezi jednotlivými dvojicemi krajských měst zahrnutými do modelu k 23.1.2010. Druhým dílčím cílem je zjištění hodnot dopravních intenzit po vybraných komunikacích mezi dotčenými středisky. Třetím cílem je kalibrace modelu ve vztahu mezi modelovými a reálnými toky. Čtvrtým dílčím cílem je predikce sledovaných reálných interakcí k roku 2020 při zohlednění plánovaných změn v dopravní síti. Na základě uvedených dílčích cílů lze stanovit několik **výzkumných hypotéz**, jejichž platnost se potvrdí/nepotvrdí v průběhu zpracování:

1) Nejobecnější hypotézou je, že vyšší modelová interakce mezi středisky odpovídá vyšší intenzitě dopravních kontaktů. Tento předpokládaný vztah reálných interakcí ve vztahu s modelovou interakcí se pokusíme ověřit a bude hlavní hypotézou celé práce.

2) Dále předpokládáme, že časová vzdálenost je při vývoji interakce center v prostoru důležitější ve vztahu k intenzitě dopravy. Upřednostnění času se opírá o předpoklad, že člověka při dopravě pomocí dopravních prostředků zajímají primárně časové nároky a kilometrická vzdálenost má proto druhotný význam, proto bude modelová interakce dle časové vzdálenosti odpovídat více než z hlediska kilometrické vzdálenosti. S tím částečně souvisí další předpoklad, že menší míru interakce vykazují střediska s horší kvalitou dopravní dostupnosti do dalších krajských center.

3) z hlediska predikce modelových interakcí k roku 2020, ve které již budou zohledněny plánované změny v dopravní síti (tj. také v časové vzdálenosti středisek) po výstavbě rychlostní silnice R35 a D3 budou podstatné změny v intenzitě dopravních kontaktů oproti roku 2005. Čili dojde k nárůstu jak modelové interakce, tak dopravní intenzity mezi středisky, pro něž budou nově vystavené komunikace výhodnější z hlediska uskutečňování dopravních cest

4) V důsledku odklonu dopravy z dálnice D1 a R4 na nově preferované severní spojení Čech a Moravy po rychlostní silnici R35, respektive dálnici D3 dojde ke snížení, či omezení nárůstu intenzity dopravních kontaktů vedených po těchto komunikacích.

### 3) ROZVOJ SILNIČNÍ SÍTĚ V ČESKU

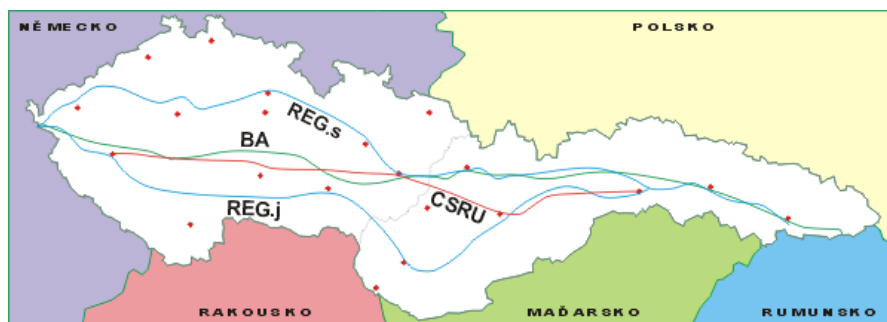
Jelikož sledovanou oblastí naší studie je převážně dálniční síť Česka, bude následující kapitola věnována právě historickému rozvoji silniční sítě na našem území. Českou republiku lze díky svému geografickému umístění ve střední Evropě považovat za jednu z hlavních transevropských křižovatek. Již v minulosti procházela naší zemí řada významných obchodních cest a stezek. V Čechách utvářeli paprskovitou mozaiku, v jejímž středu ležela Praha a na Moravě vedly od hranic směrem na Brno či Olomouc. Jedna z hlavních zemských obchodních cest byla v Čechách tzv. Zlatá (solní): Pasov-Volary-Prachatice-Písek-Praha, dále Domažlická: Řezno-Domažlice-Plzeň. Na Moravě to byla stezka Jihlavská: Vídeň-Znojmo-Jihlava-Praha, dále Vídeňská: Vídeň-Mikulov-Brno. Tyto první významné stezky byly dále od 13.st rozšiřovány a zkvalitňovány i díky zavádění poštovních linek od roku 1527. První byla zřízena na trati Praha-Vídeň s odbočkou do Brna (Kudrnka, 1971).

Hlavním přínosem zkvalitnění sítě historických cest v Čechách a na Moravě bylo až vydání Tereziánského patentu v roce 1778. O rostoucím významu dopravních cest svědčí fakt, že se státní silniční síť v Čechách a na Moravě v rozmezí let 1791-1850 rozrostla ze 462 km na 4 172 km a po dostavbě (kolem roku 1850) dosáhla délka tzv. císařských cest v Čechách 3 800 km a na Moravě a ve Slezsku 1 100 km (Hlavačka, 1990). S rozvojem průmyslového podnikání a kapitalistických vztahů v první polovině 19. století byl nastartován další proces doplňování a dobudování sítě železnic a státních silnic novými vedlejšími nestátními silnicemi, které by propojovala rozvíjející se zemědělské i průmyslové oblasti (Musil, 1987). Celková délka nestátních silnic se v roce 1866 rozrostla na 10 141 km, v letech 1865-1925 bylo vybudováno v Čechách dalších 19 359 km těchto silnic, což představuje velmi slušný roční přírůstek 323 km (Kudrnka, 1971). V letech 1928 až 1938 bylo vybaveno 16% celkové délky hlavních silnic neprašnými vozovkami, vhodnými pro automobilovou dopravu. V tomto období jsme dosáhli v hustotě silniční sítě významné čtvrté místo v Evropě za Anglií, Francií a Belgií (Musil, 1987). S rozvojem dopravní infrastruktury jde i ruku v ruce rozvoj automobilizace. K roku 1920 bylo v celém tehdejší Československu registrováno pouze 8 500 motorových vozidel všech typů. O deset let později jich bylo již 8krát více a do roku 1937 stoupl jejich počet na 15-ti násobek (Moc 1970, cit. v Szamová,

1984). V důsledku stále se zvyšujícího růstu automobilové dopravy dochází ve 30. letech k dalšímu zvýšení kapacity silnic. V té době se především v Itálii a v Německu budovali tzv. autostrády.

Jelikož byla nutnost dopravně propojit naši zem ve směru západ-východ a spojit tak oba konce republiky, tak se autostráda, coby dopravní páteř republiky, zdála vhodným řešením. Z ní by později samozřejmě odbočovaly i ostatní dálnice. Jeden z hlavních návrhů jakým způsobem vést československou dálnici vypracovala v roce 1935 dopravní komise Československého regionalistického ústředí (CSRU). Tento projekt řešil vedení dálnice ze západu na východ republiky a to téměř přímo jejím středem. Tehdy tzv. Národní silnice Plzeň-Košice, měla být dlouhá 700km, začínala by v Plzni, pokračovat kolem Příbrami a přes Humpolec, kolem Jihlavy a Blanska do Zlína. Odtud by pokračovala na Slovensko do Banskej Bystrice a končila v Košicích. Druhý návrh vypracovali odborníci v Brně (REG). Vytvořili návrh projekt silniční magistraly "Cheb – Chrust", která se skládala v úseku Cheb – Košice ze severního nebo jižního tahu v celkové délce 2000 km. Severní trasa by sledovala směr Cheb-Karlovy Vary-Praha-Hradec Králové-Olomouc-Kroměříž-Púchov-Žilina-Poprad-Košice. Jižní trasa měla mít osu Cheb-Plzeň-Telč-Brno-Hodonín-Nitra-Bánská Bystrica-Košice. Na východ od Košic měla být trasa společná. Avšak oba tyto návrhy nezískaly potřebnou podporu u pověřených úřadů a tak se nedočkaly ani realizace. Zlínský průmyslník J. A. Baťa přišel v roce 1937 se zajímavou ideou, kde navrhl páteřní automobilovou komunikaci napříč Československem v úseku Cheb-Zlín-Žilina-Užhorod-Velký Bočkov (dnes obec na ukrajinsko-rumunských hranicích), Kudrnka(1971).

Obrázek 1: Historické plány silniční sítě Česka



Zdroj: mapy copyright © Jan Slovák (2002)

Další rozvoj dopravní infrastruktury byl přerušen v roce 1939 okupací naší republiky Německem v letech 1938-1945. V tomto období dochází k projektům pod kontrolou

říše. V poválečném období se práce na budování dopravní infrastruktury opět rozbíhají, ovšem v již pozměněné podobě plánované dálniční sítě. Došlo k novému rozřídění silniční sítě a důležité tahy státních silnic byly očíslovány. Celkem bylo 8 518 km státních silnic I. třídy, 28 153 km státních silnic II. třídy, 27 030 km okresních silnic a 6 500 km vicinálních silnic (celkem tedy 70 201 km). V důsledku komunistického převratu z února 1948 byl kladen důraz na centrální plánování hospodářství a rozvoje těžkého průmyslu.

Od konce 50. let dochází k dalšímu intenzivnímu nárůstu dopravy, který se neustále stupňoval. Reakcí na to jsou opět plány dálničních tahů v téměř stejných směrech jako na konci války. Tedy D8 z Prahy do Ústí nad Labem a hranicím NDR, D5 z Prahy do Plzně a hranicím s NSR (Západní Německo) a D11 z Prahy do Hradce Králové a na hranice s Polskem. Dálnice D1 měla být co nejvíce podobná původní rozestavěné dálnici, avšak na Slovensko měla vést přes Uherské Hradiště do Trenčína. Poté měla pokračovat přes Zlín, Prešov a Košice na nové hranice s tehdejším Sovětským svazem (SSSR). Její výstavba byla znovuzahájena v roce 1967. První úsek této dálnice (z Prahy do Mirošovic) byl zprovozněn v roce 1971. Dálnice D1 v úseku Praha-Brno byla dokončena a zprovozněna v roce 1980 (Sezamová, 1984). Další práce na dopravních tazích D5 a D1 od Brna na východ byly zahájeny v druhé polovině 70. let (Prášil, 2007). U Brna měla být další velká křižovatka dálnic, respektive ke křížení by došlo mezi dálnicí D2 z Brna do Bratislavy a D47 do Ostravy a na hranice s Polskem.

Poté byla v plánu tzv. severní českomoravská dálnice D35 z Hradce Králové do Olomouce a Lipníku nad Bečvou, kde by se napojila na D47, což by představovalo severní propojení Prahy a Ostravy. Dálnice D43 měla vytvořit tzv. severojižní spojku mezi Brnem a Svitavami. Bohužel celá tehdy plánovaná dálniční síť měla být dokončena už do r. 1990 (Jalovec, 1995). Po pádu komunistického režimu v roce 1989 dochází ke změnám nejen v Československu, ale i k uspořádání evropského kontinentu. Otevírají se hranice Československa i západnímu světu. Dochází ke sjednocení Německa, rozpadá se Sovětský svaz na samostatné státy, vzniká tak opět Ukrajina, již nyní náleží rozsáhlá území původního Polska a také i naše bývalá Podkarpatská Rus. V rámci naší dálniční sítě ovšem nedochází k razantním změnám oproti situaci před rokem 1989. Větší změnu lze pozorovat u dálnice D1, která již nemá vést přes Uherské Hradiště a Trenčín, ale kolem Kroměříže a Zlína. Respektive

z dálnice D47 se stává dálnicí D1 a dálnice D47 bude nově začínat až u Kroměříže, místo u Slavkova. Rovněž dochází k úpravě trasy D35 tak, aby např. využila úsek tzv. Šumperské dálnice do Mohelnice (čtyřproud. silnice I/35). Mezi hlavní priority po sametové revoluci se řadí výstavba směrem na západ. V letech 1989-1992 je dálnice D1 prodloužena až do Vyškova, dálnice D11 do Poděbrad a na D8 byl postaven úsek z Řehlovic do Ústí nad Labem. Dalším významným mezníkem je rok 1993 kdy dochází k rozpadu federace a vznikají dva samostatné státy Česká a Slovenská republika.

Dálniční síť se významně zkracuje právě o dálnice na slovenském území, dochází ke zrušení dálnice D35, jež by měla být nahrazena pouze rychlostní silnicí R35. Po roce 1999 dochází k řadě úsporným opatřením ve výstavbě dálnice D3 a D47, dále je rozhodnuto, že dálnice D3 by měla končit u Českých Budějovic, přičemž ke hranicím s Rakouskem by pokračovala jen jako rychlostní silnice R3. První úsek zmiňované dálnice D3 u Tábora byl otevřen v roce 2004, kdežto zatím poslední úsek Mezno-Chotoviny byl zprovozněn v prosinci 2007. V současné době délka dálnice D3 čítá celkově 15,1 km a prozatím není označena jako dálnice ([www.ceskedalnice.cz](http://www.ceskedalnice.cz)).

Obdobně dopadla i situace u dálnice D11, která má končit u Jaroměře. Dálnice D1, jež má končit u Kroměříže a ke slovenským hranicím ji má nahradit jen R49. Později je dokonce dálnice D1 odkloněna ze své historické trasy a měla by místo dálnice D47 pokračovat až do Lipníku nad Bečvou. Ke konci roku 2007 jsou dokončeny pouze dálnice D2 a D5. Dálnice D1 vede až do Vrchoslavic. V provozu jsou i některé části D1 okolo Kroměříže a z Ostravy do Bohumína.

## 4) METODIKA SLEDOVÁNÍ

Následující kapitola je zaměřena na metodický rámec předkládané práce, což se odráží ve struktuře následujícího textu. V první části kapitoly bude představeno vymezení sledovaných středisek, respektive krajská města, jejich upřesnění a popis jednoduchými statistickými metodami. Další části kapitoly se budou zabývat použitým vzorcem gravitačního modelu, dopravní intenzitou, dopravní dostupností včetně časových horizontů sledování, vzdáleností středisek a významem krajských měst, respektive charakteristika masy. Poslední část kapitoly je věnována vysvětlení postupu, jímž lze zjistit hodnoty reálných interakcí v budoucnu.

### 4.1) Vymezení sledovaných středisek

Hlavním cílem předkládané studie je tedy zhodnocení modelových a reálných interakcí a následná predikce reálné interakce po dostavbě dálnice D3 a rychlostní silnice R35 která ovlivní změnu vzdáleností mezi jednotlivými administrativními centry, tedy krajskými městy. Jelikož v nedávné době došlo k vytvoření 14 nových samosprávných regionů, má toto zhodnocení významný smysl.

Počet center územní administrativy vzrostl z dřívějších 7 (Praha, Brno, České Budějovice, Hradec Králové, Plzeň, Ústí nad Labem, Ostrava) na nyníjších 13 (přibyly Karlovy Vary, Pardubice, Liberec, Jihlava, Olomouc a Zlín). Primárním rysem sídelního uspořádání České republiky je makroregionální pozice Prahy, jakožto historicky založeného přirozeného centra naší země. Daleko více se toto postavení projevuje v rámci samostatných Čech, kdy Plzeň, v pořadí čtvrté největší město, je více než sedmkrát menší oproti hlavnímu městu. Kdežto na Moravě jsou z hlediska populační velikosti dvě srovnatelná centra. Z hlediska populační velikosti je ovšem Brno větší nežli Ostrava a je také především historickým centrem na moravském území.

Můžeme zmínit, že již při prvním sčítání v roce 1869 bylo druhým největším městem České republiky, oproti tomu Ostrava neměla ani 1000 obyvatel, ale rozmach její populační velikosti je neodmyslitelně spjat s těžbou uhlí, těžkým průmyslem a dnes je prostorem třetí největší koncentrace populace naší země. V regionalizaci k roku 1991



byla Brnu podřízena Olomouc a Zlín, ale k roku 2001 je však přímá podřízenost Olomouce i Zlína na Prahu (Hampl, 2005). S rozvojem průmyslu je význačně spjat samozřejmě i vývoj Plzně, která je čtvrtým největším městem. Pozoruhodným symbolem českého sídelního systému je téměř vyrovnaná populační velikost u měst na 5. – 11. místě. Každé z těchto center se vyznačuje populační velikostí mezi 80 – 100 tisíci obyvateli a současně jsou to jednak krajská města a jednak je lze označit jako mezoregionální centra, tedy centra regionů, které přitahují kvalitativně vyšší interakce, o kterých lze říci, že ne-li krátkodobým, jsou spíše dlouhodobým rámcem života. Dochází v nich ke koncentraci hlavně vyšších služeb a nárůstu aktivit terciéru.

Dalším specifikem velikostní diference středisek v Česku je zřetelná diskontinuita mezi 11. a 12. střediskem, takže za problematické centrum mezoregionální úrovně lze označovat pouze Karlovy Vary Hampl (2005). I přesto je můžeme zařadit mezi nejdůležitější centra sídelního systému nejen díky jejich roli nejvlivnějšího lázeňského města, ale i díky dobré tradici v zahraničí. Těchto 12 významných měst utváří základní kostru sídelního systému České republiky. Posledním a zároveň populačně nejmenším krajským městem je Jihlava, kterou však nelze nazývat mezoregionálním centrem. Kvantitativně velikost její populace dosahuje pouze 50 tisíc obyvatel, je jí přisouzeno 22. místo v pořadí měst a z kvalitativního hlediska je zde soustředěno méně služeb vyššího významu.

Její administrativní určení krajským městem bylo zvoleno hlavně proto, že vyplňuje „hluchý“ prostor na pomezí Čech a Moravy, respektive mezi dvěma nejvlivnějšími centry státu. Zvláště hlavním důvodem byla potřeba rovnoměrnějšího pokrytí území státu sítí krajských měst. Je ovšem potřeba na druhou stranu zdůraznit, že Jihlava se vyznačuje vysokou růstovou dynamikou a lze předpokládat, že se meziregionálním centrem někdy stane. Následující tabulka ukazuje vybrané hodnoty populační velikosti, rozlohy, hustoty zalidnění, podílu na celkové populaci a populační pořadí sledovaných 13 krajských měst.

Tabulka 1: Základní charakteristiky souboru 13 krajských měst za rok 2001

krajská města	počet obyvatel	výměra v (ha)	hustota zalidnění (obyv./km <sup>2</sup> )	podíl na celk. populaci v %	populační pořadí měst
Brno	376172	23033	1633,19	3,68	2
Č.Budějovice	97339	5556	1751,96	0,95	7
Hradec Králové	97155	10561	919,94	0,95	8
Jihlava	50702	8792	576,68	0,50	22
Karlovy Vary	53358	5910	902,84	0,52	18
Liberec	99102	10610	934,04	0,97	6
Olomouc	102607	10336	992,71	1,00	5
Ostrava	316744	21423	1478,52	3,10	3
Pardubice	90668	7771	1166,75	0,89	10
Plzeň	165259	13765	1200,57	1,62	4
Praha	1169106	49607	2356,74	11,43	1
Ústí nad Labem	95436	9395	1015,82	0,93	9
Zlín	80854	11885	680,30	0,79	12

Zdroj: SLDB 2001 k 31.12.2001 ; [www.czso.cz](http://www.czso.cz) ; vlastní výpočty, převzato: Zelenka (2008)

#### 4.2) Výběr charakteristik

Zvolené charakteristiky reálných a modelových interakcí, dopravní dostupnosti, významu měst byly voleny převážně podle jiných prací, které se obdobnou problematikou rovněž zabývaly. Značné omezení při utváření výsledků vyplývalo především z obtížné dostupnosti a neaktuálnosti některých dat, která by byla pro tuto studii vhodná.

Hlavním cílem této části práce je jejich představení, vysvětlení užití a rozhodnutí, zda budou využity při hodnocení interakcí námi sledovaného souboru územních jednotek. V dalším textu budou rovněž podrobněji rozebrány také z hlediska jejich územní diferenciací a vypovídací schopnosti.

##### 4.2.1) Charakteristiky reálné interakce krajských měst

Významným ukazatelem, který nám pomáhá mnohé napovědět o interakcích mezi středisky potažmo kvalitě dopravní obslužnosti území je počet (intenzita) uskutečněných dopravních spojení.

**Dopravní intenzita** - je vyjádřena počtem vozidel, objemem přepravy, neboli počtem osob nebo hmotnosti nákladu, za časovou jednotku (většinou za rok). V rámci naší studie je použita dopravní intenzita vyjádřená jako celoroční průměrná intenzita

silniční dopravy (počet vozidel/24 hod). Šetření ohledně zatížení komunikací dopravní intenzitou v jednotlivých regionech České republiky provedlo Ředitelství silnic a dálnic a to v letech 1990, 1995, 2000 a 2005. Jelikož v této práci se převážně pracuje s daty za rok 2001 (kvalitativně zhodnocená komplexní velikost viz dále), rozhodli jsme se zvolit poslední sčítání dopravní intenzity za rok 2005. Tyto výsledky jsou dostupné na internetových stránkách Ředitelství silnic a dálnic – [www.rsd.cz](http://www.rsd.cz). Postup získání informací potřebných pro naši studii byl následující. Nejprve jsme pomocí internetového serveru určili časově nejkratší trasovaná spojení mezi jednotlivými krajskými městy. Tím pádem se nám utvořila symetrická matice. Při trasování jsme brali v potaz placené úseky. Internetové stránky ŘSD ČR pro veřejnost poskytují mapy jednotlivých krajů, jež obsahují data dopravních intenzit na měřených sčítacích úsecích (dálnice, rychlostní silnice, silnice I. třídy a vybrané silnice druhé a třetí třídy). Následně zkonstruovaná nejkratší trasová spojení mezi jednotlivými krajskými městy zjištěná z internetové stránky [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) byla konfrontována s identickými trasami sčítacích úseků dopravních intenzit uveřejněných na [www.rsd.cz](http://www.rsd.cz). Díky tomu jsme mohli vyhodnotit údaje dopravních intenzit na všech měřených sčítacích úsecích po námi určených trasách. Finální hodnoty byly opět vyjádřeny jako celoroční průměrná intenzita silniční dopravy (počet vozidel/24 hod).

Čili jsme získali informace o dopravních intenzitách na všech sčítacích úsecích mezi jednotlivými krajskými městy po předem určených silničních trasách. Pro nás byli ovšem nejvíce důležité ty údaje, jež vyjadřovaly intenzitu dopravy v tzv. sedlech sčítacích úseků na všech trasách mezi jednotlivými dvojicemi krajských měst. Tento termín používá také ve své publikaci Hůrský (1978), který tzv. sedlo interpretuje jako sčítací úsek s nejmenším dopravním zatížením po měřené trase. Zjednodušeně řečeno jsme pro všechny možné kombinace časově nejkratších tras mezi určenými dvojicemi krajských měst zjistili úsek s nejmenší dopravní intenzitou a vybranou hodnotu úseku označili jako sedlo trasy. Pomocí této konstrukce nám opět vyšla symetrická matice, tentokrát vyjadřující hodnoty sedel na všech trasách mezi jednotlivými dvojicemi krajských měst. Naším hlavním předpokladem bylo to, že intenzita dopravních kontaktů v sedlech vyjadřuje „mezistřediskovou“ intenzitu dopravy.

Samozejmě zjištěná měření je nutné brát s rezervou. Hlavním důvodem je fakt, že výsledky sledování ŘSD ČR jsou pro naše sledování určitým způsobem zkreslující. Jedná se o hodnocení intenzity silniční dopravy pouze v určitých bodech sčítacích

úseků, proto určování dopravní intenzity je zásadně ovlivněno hlavně hustotou vytyčených sčítacích bodů na měřených úsecích. Dalším problémem vyvstává v souvislosti s tranzitní dopravou, protože přes soubor vybraných úseků projíždí drtivá část tranzitní dopravy na území ČR, která se samozřejmě značnou měrou podílí na intenzitě dopravních intenzit dálničních úseků.

Ovšem na základě provedených analýz je zřejmé, že na většině vybraných úseků české dálniční sítě došlo v letech 2006/7 k meziročnímu poklesu nákladní dopravy v segmentu vozidel nad 12 tun, který v průměru činil 13 % z důvodu zavedení mýtného. Lze přepokládat, že pro celou dálniční síť by byl výsledek kolem 10 % (Máca, Škopková, Brzobohatý, 2008). V neposlední řadě musíme upozornit na další významný fakt zkreslující hodnoty samotných sedel a to, že po daných úsecích nejsou uskutečňovány pouze dopravní spojení mezi danou dvojicí měst, nýbrž i spojení mezi ostatními městy a obcemi, proto na těchto úsecích, v našem případě sedla, dochází ke kumulaci dopravních vazeb.

Samozřejmě i tento fakt jsme zohledňovali při posuzování modelových interakcí (nutnost kumulace modelových interakcí po sčítacích úsecích) mezi jednotlivými dvojicemi krajských měst (viz dále). Do této studie jsme nezahrnuli železniční dopravu z důvodu její dlouhodobé stabilizace. Jedním z hlavních důvodů je i fakt, že silniční síť je mnohem flexibilnější a „více odráží hierarchii sídel, zatímco historicky dříve vzniklá síť železniční vycházela z ekonomických potřeb v době industriální“ (Marada 2003, s. 22). Můžeme i zmínit fakt, že v důsledku neustálého nárůstu automobilizace přenáší právě silniční doprava většinu kontaktů a snad kromě nejvýznamnějších celostátních koridorů a rychlovlaků Pendolino je i zpravidla rychlejší.

Dále lze podotknout, že u vlakové dopravy dochází v posledních letech k nárůstu finančních nákladů spojených s cestováním a osobní silniční doprava, ať už individuální či hromadná, je díky tomu často upřednostňována i přes skutečnost, že některá vlaková spojení na delší trasy mohou konkurovat větším pohodlím.

#### *4.2.2) Charakteristiky použité v gravitačním modelu*

Rozvineme-li souvislost těchto dvou témat, tedy problematiky týkající se dopravní dostupnosti a interakcí, lze získat rozsáhlou paletu konkrétních témat, které je možno

v rámci dopravy studovat. Jak již bylo uvedeno, hlavním cílem této práce je studium vztahu kvality dopravní dostupnosti, dopravní intenzity, modelové interakce, přičemž hlavním výsledkem by měla být predikce reálných toků mezi hlavními centry územní administrativy, tj. krajských měst, jež jsou zároveň hlavními centry osídlení. Pojmy jako dopravní dostupnost a dopravní intenzita nejsou z metodického hlediska příliš „problémové“, ale pro vyjádření polohy sledovaných středisek bylo nezbytné vytvořit takový ukazatel, s kterým se obě složky vhodně kombinují. Obecně je formulace polohy monitorovaných lokalit velmi důležitý počin při libovolném zkoumání prostoru. K dispozici je řada úrovní polohy, na kterých lze studium provádět - makroúroveň, tedy poloha vůči vyspělým státům evropské unie; mezoúroveň, což je úroveň České republiky, kdy je důležitá poloha vzhledem k významným metropolitním areálům, zejména Praze. V rámci mikroúrovně jsou zase zkoumány okresy a jejich vnitřní diferenciaci. V rámci sociálněgeografické soustavy je její určení často obtížné a nabízí se řada možností např. vzdušná vzdálenost mezi centry, délka nejčastěji (nejpravděpodobněji) používané komunikace mezi jádry, časová vzdálenost, vzdálenost od vyspělých center aj. Proto není možné výhradně určit, který ze způsobů je nejlepší, nejvhodnější, ale je potřeba zvolit takový postup, který má nejvhodnější vypovídací schopnost pro dané hodnocení, je nutné volit i podle náročnosti zpracování, dostatku podkladů atd. V rámci této práce jsme se rozhodli zaměřit na mezopolohu, sledováno je území České republiky respektive krajská města. Poloha je tedy zhodnocena pomocí vzájemných modelových a reálných interakcí a dopravní dostupností sledovaného území.

#### *4.2.2.1) Dopravní dostupnost*

První ukazatel použitý v námi upraveném gravitačním modelu je dopravní dostupnost (akcesibilita), která vyjadřuje prostorovou a časovou dosažitelnost mezi jednotlivými dopravními body (dopravní bod je místo, kde je umožněno započítání nebo ukončení přepravy) při jednom druhu dopravy. Akcesibilitu ovlivňuje nejvíce geografická poloha (horizontální i vertikální) a těsnost dopravních bodů. Proto poloha určitého územního celku je jedním z nejdůležitějších determinačních faktorů, které značně ovlivňují intenzitu jeho zapojení do sociálněgeografického systému, respektive mohou limitovat možnost dalšího rozvoje, případný posun regionu na vyšší stupeň

regionálního systému. Samotnou polohu regionu, centra, obce lze popsat několikero různými způsoby, kdy záleží na subjektivním pohledu autora, jaké si zvolí charakteristiky pro jeho určení a hodnocení (Maryáš, Mládek, Řehák, Vystoupil, 2001).

Nejčastěji používanými metodami je vzdálenostní dostupnost vyjádřena jako kilometrická vzdálenost po komunikacích, nebo někdy zjednodušeně pouze vzdušnou vzdáleností, časová dostupnost jako čas, který je potřebný k překonání určité vzdálenosti mezi body, frekvenční dostupnost je vyjádřena počtem spojů z jednoho bodu k ostatním a relativní dopravní dostupnost. V rámci předkládané práce budeme dopravní dostupnost chápat jako vzdálenost časovou mezi dvojicí středisek, která poukazuje na snadnost/obtížnost dostat se dopravními prostředky z bodu A do bodu B (v našem případě z jednoho krajského města do druhého). Délka spojení automobilové dopravy byla v tomto případě zjišťována pomocí aplikace dostupné na internetových stránkách [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) (ke dni 23.1.2010).

Námi zvolená aplikace byla použita zejména vzhledem k nejlepší aktualizaci mapových podkladů. Dále je potřeba podotknout, že s ohledem na znalost reálné situace a skutečné možnosti jsou výsledné časy částečně podhodnoceny (tzn. reálně jsou nižší). Vzdálenosti byly měřeny z jednoho krajského města (výchozím bodem byly vždy městské úřady daných dvojic měst) do druhého a byla opět vytvořena výsledná symetrická matice krajských měst. Zmíněná aplikace nabízí možnost zkombinovat tři druhy tras: a) nejrychlejší b) nejkratší, c) placené či neplacené úseky. První varianta vybere tu trasu, jež má nejnižší časovou vzdálenost a dále se podle potřeby určí, zda použít i trasu přes placené respektive neplacené úseky. I druhá varianta je obdobná, opět se kombinuje s placenými, neplacenými úseky, ale její výsledná trajektorie je identická často s vyššími časovými nároky, ovšem s nejkratší kilometrží. V rámci našeho posuzování jsme rozhodli pro první variantu, tedy časově nejrychlejší s kombinací c) placené úseky. Hlavním důvodem byla snaha se co nejvíce přiblížit realitě, kdy předpokládáme, že právě časově výhodnější trasy po placených úsecích jsou mnohem více upřednostňovány před trasami vedenými po sice kratších, avšak často méně kvalitních komunikacích při sledování dopravní intenzity. Výsledné hodnoty časové dostupnosti takto získané z internetového serveru [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) jsou brány jako stěženo pro použití při následných matematických výpočtech a při konkrétním hodnocení. Při tomto rozhodnutí jsme zohlednili také

fakt, že výsledné časové hodnoty nejsou „znečištěny“ zajižďkami na nádraží, které musejí absolvovat autobusy, čekacími dobami a případnými přestupy a berou v potaz pouze časovou a kilometrickou vzdálenost a kvalitu komunikace (dálnice, obce atd.) Kromě toho je také zohledněna skutečnost, že v posledních letech se doprava cestujících odehrává nejen prostřednictvím hromadné dopravy, ale také formou individuální, která má díky rychle rostoucí automobilizaci obecně neustále větší význam (Zelenka, 2008).

#### 4.2.2.2) Masa středisek

Ukazatelem charakterizující masu (hmotu) center v našem gravitačním modelu byla zvolena, kvalitativně zhodnocená komplexní velikost“(dále KKV) metropolitních areálů a středisek převzatý z publikace Hampl (2005) „*Je definován jako součet 75 % hodnot KV a 25 % podílu vybraných kvartérních aktivit na celé ČR. Pouze čtvrtinová váha přisouzená významu zachycených kvartérních činností byla zvolena s ohledem na jejich mimořádnou koncentraci do hlavních center (podíl samotné Prahy zde dosahuje skoro 60 %)* ” (Hampl, M., 2005, s. 45).

Ukazatel KV neboli komplexní velikost „*je definován jako třetina součtu podílu obce (střediska, eventuálně okresu apod.) na obyvatelstvu ČR a dvojnásobku podílu na pracovních příležitostech ČR k roku 1991 nebo k roku 2001.*” (Hampl, M., 2005, s. 44). V podstatě se jedná o dříve používaný ukazatel komplexní funkční velikost (KFV, viz např. Hampl et al., 1987, 1996)

Hlavní diference mezi těmito modely spočívá v tom, že KFV zohledňuje specifikace samotné obslužné (nevýrobní) složky pracovních příležitostí, naopak u KV je význam zohledněn pouze přisouzením dvojnásobné váhy celkové pracovní funkci. Příčinou je samozřejmě rychle rostoucí podíl nevýrobního sektoru na všech pracovních příležitostech a následné snížení citlivosti ukazatele KFV pro významové rozlišování jednotek a jeho nevhodnost pro vývojová hodnocení.

Příčinou je neustálý růst podílu nevýrobního sektoru na všech pracovních příležitostech ve všech větších střediscích a následné snížení citlivosti ukazatele KFV pro významové rozlišování jednotek a jeho nevhodnost pro vývojová hodnocení. Na

druhé straně ukazatel KV nezohledňuje rozdílný význam jednotlivých pracovních funkcí, proto se jedná pouze o zjednodušenou charakteristiku významu středisek. Čili pro náš výzkum se „kvalitativně zhodnocená komplexní velikost“ KKV jeví jako komplexnější ukazatel významu středisek nebo metropolitních areálů, protože zahrnuje kvalitativní rozlišení pracovních funkcí a jejich významovou hierarchii. Nesmíme opomenout, že na druhou stranu hlavní nevýhodou tohoto ukazatele je dosažitelná datová základna. Ta je v tomto případě značně omezená, jelikož specifikace kvartérního sektoru je založena na získání dat z různých dalších zdrojů (tj. nikoliv ze sčítání) a není tedy plně reprezentativní (Hampl, 2005). V rámci našeho šetření pracujeme s odmocninou KKV z důvodu snížení dominantního postavení Prahy za účelem navzájem co nejbližšího přiblížení se sledovaných středisek.

Tabulka 2: Masa středisek k roku 2001

středisko	Podíl na ČR v procentech	
	KV	KKV
Brno	5,7	6,45
České Budějovice	1,91	1,50
Hradec Králové	1,67	1,29
Jihlava	0,65	0,55
Karlovy Vary	2,07	0,53
Liberec	2,47	1,20
Olomouc	2,24	1,58
Ostrava	7,53	4,24
Pardubice	1,63	1,53
Plzeň	3,09	2,36
Praha	15,77	25,38
Ústí nad Labem	4,5	1,13
Zlín	2,01	1,18

Zdroj : Hampl (2005)

#### 4.3) Metoda vyjádření interakcí

Následující část studie je věnována preciznímu vysvětlení postupů a metod, díky nimž získáme konečné výsledky, které by měli být společně s komentáři hlavními závěrečnými výstupy této práce. Jelikož hlavním cílem je sledovat vztah modelové



interakce a reálné interakce a následná predikce dopravní intenzity, musíme nejprve určit hodnoty těchto dvou základních složek.

Soustava regionů a středisek má spleť organizací, jež se široce liší svou jednak velikostí, konfigurací a intenzitou aktivit, ale má také sklon slábnout ve všech směrech od jejího jádra. Řádně zkonstruovaná zevšeobecněná schémata vzájemné závislosti, která vykrystalizují ze vzájemných vztahů mezi regiony, středisky jsou velice mocným analytickým prostředkem.

Můžeme konstatovat, že stejně jako v jiných oborech tak i do geografie pronikla kvantitativní revoluce a sní spjat i rozvoj nejrůznějších modelových technik. Již v 60. letech 20. století se zejména v zahraničních literaturách začalo prosazovat matematické modelování na příkladu dopravních sítí. Jedním z nástrojů aplikace prostorových interakcí jsou rozmanité interakční modely, v našem případě gravitační model. V rámci české geografické literatury se kvantitativními metodami zabývají Pavlík a Kühnl (1982, s. 217), kteří modely definují jako „nástroje, často spojující celou řadu metod za účelem reprezentovat nebo simulovat různé úseky nebo stránky reality“.

Při těchto typech výzkumu je potřeba realitu určitým způsobem zjednodušit a naopak zdůraznit ty faktory a podmínky, které jsou ze sledovaného pohledu klíčové (Bartošová, 2008). „*Stejně jako žádná mapa nemůže ukázat každý detail území, žádný model nemůže zahrnout všechny faktory i za předpokladu, že by byly známé*“ (Pavlík, Kühnl, 1982, s. 217). Tito autoři dále dělí modely na popisné jako je např. mapa nebo model složení zemské kůry a prediktivní, které znázorňují vývoj v čase, eventuálně v čase a prostoru.

Jedním z nástrojů aplikace prostorových interakcí jsou rozmanité interakční modely, v našem případě gravitační model, který patří mezi nejznámější prediktivní modely používané v geografii. Využívá se zejména pro modelování dopravy, dojížděky, migrace a jiných územněsociálních kontaktů. Název vychází z Newtonova gravitačního zákona, který říká, že se „*dvě hmotná tělesa přitahují silou, která je přímo úměrná součinu jejich hmot a nepřímo úměrná druhé mocnině jejich vzdálenosti*“ (Pavlík, Kühnl, 1982, s. 224).

Do podmínek dopravních sítí aplikuje gravitační model i Řehák (1997) a říká, že mezi dvěma místy bude větší doprava, pokud tato místa jsou blíže k sobě nebo pokud při jinak stejných vzdálenostech máme na mysli místa významnější. Vycházíme z předpokladu, že lidskou přirozeností je vyhledávat právě nejkratší spojení. Jelikož v našem případě srovnáváme modelové interakce s reálnými a konstrukce gravitačních modelů dle Isarda (1998a) jsou orientovány především na modelové území metropolitních areálů a nejsou tolik aplikovatelné na námi sledované územní prvky, potřebovali jsme definovat alternativní matematický model, který by ve svém vzorci zohledňoval časovou dostupnost mezi jednotlivými krajskými městy a určitou charakteristiku, která by vyjadřovala masu každého města. Z tohoto důvodu jsme tedy převzali pro výpočet modelových interakcí pouze obecný gravitační model. Použili jsme tedy vzorec v jednoduchém tvaru disponující jediným parametrem  $b$  (parametr vzdálenosti). Námi zvolený vzorec doporučuje i Řehák (1992), který se odkazuje na časté používání této modifikace ve studiích respektovaných dopravních geografů (např. Dupuy 1985, cit. v Řehák 1992).

Hlavička (1993) upozorňuje na řadu problémů:

*1) Je třeba nalézt závislost, podle které klesá intenzita interakce z centra  $i$  do centra  $j$  s jejich rostoucí vzdáleností. V základním gravitačním modelu se používá funkce  $d_{ij}^{-2}$ , klesající funkce vzdálenosti však může nabývat různého tvaru a na hledání vhodného tvaru a vhodných parametrů této tzv. impedanční funkce je založena vlastní kalibrace gravitačního modelu (viz Hlavička, 1993). V této práci používáme model pouze pro srovnání a volíme tedy klasickou "2" bez kalibrace.*

*2) Je třeba si uvědomit, že vztah gravitační přitažlivosti není jednostranný, ale oboustranný. Gravitační model v geografické realitě je tedy třeba zkoumat jako oboustranný a proto jej srovnáváme s frekvencí dopravy, jež je rovněž oboustranná.*

*3) V geografické realitě je třeba zkoumat najednou soubor většího množství  $n$  středisek daného relativně uzavřeným regionem vyššího řádu se vzájemnými interakcemi mezi každými z nich. Z důvodu rozsahu řešíme pouze 13 krajských měst a zanedbáváme migraci do suburbanizačního zázemí (převzato Zelenka, 2008)*

Použitý vzorec modelové interakce je tedy nepřímý získaný agregátní ukazatel, který ve své modifikaci kombinuje komplexní velikost převzatou z (Hampl, 2005) viz výše, ukazatel časové dostupnosti individuální dopravy (získané z internetové stránky

[www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) ). Jedná se o obecný matematický tvar modelové interakce v systému tvořeném  $n$  objekty (krajskými městy), který lze vyjádřit vztahem:

$$I_{ij} = c \cdot \frac{M_i \cdot M_j}{d_{ij}^b}$$

Kde  $I_{ij}$  vyjadřuje hodnotu vzájemné modelové interakce z  $i$ -tého centra do  $j$ -tého centra,  $c$  je konstanta, jíž jsme přisoudili hodnotu 1, jako síla střediska  $M_i$  byla určena její odmocnina hodnoty KKV (data za rok 2001) převzatá ze sledování Hampl(2005), výraz  $d_{ij}^b$  značí klesající funkci impedance, kterou rozumíme zdánlivý odpor, jež klade prostředí při uskutečnění interakce z  $i$  do  $j$  společně s parametrem vzdálenosti  $b$  (viz výše). V našem případě vyjadřuje nejkratší časovou vzdálenost po silnici mezi jednotlivými středisky zjištěnou z internetové stránky [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) k 23.1.2010.

#### 4.4) Stanovení modelových interakcí pro účely srovnání s intenzitou provozu

Vzhledem k tomu, že již známe hodnoty mas středisek a jejich časové vzdálenosti, mohli jsme pomocí výše uvedeného vzorce zjistit výsledné interakce mezi jednotlivými krajskými městy. Výsledkem byla opět symetrická matice hodnot vyjadřující modelové interakce mezi dvojicemi krajských měst. Z praktických důvodů se toto číslo uvádí v bezrozměrném vyjádření. V rámci hodnocení vztahu mezi touto modelovou interakcí s reálnou (sedla dopravních intenzit) jsme za veličinu  $d_{ij}$  dosazovali nejkratší časovou vzdálenost mezi jednotlivými středisky. Opomenuli jsme kilometrickou vzdálenost. Vycházíme totiž z předpokladu, že přes neustálé zrychlování dopravy a rozšiřování snáze dostupných oblastí přestává kilometrická vzdálenost hrát tak důležitou roli, jakou měla v minulosti, a podstatnějším se stále více stává právě čas, který lze mnohem více vztáhnout k intenzitě dopravy. Dále předpokládáme, že i časová vzdálenost bude lépe odpovídat modelu. Avšak pouze takto ucelené samotné výsledky nemají vhodnou vypovídací schopnost pro hodnocení vztahu hodnot modelové interakce s hodnotami reálné interakce. Stěženi problém

nastal tehdy, když jsme zjišťovali jednotlivá sedla u dílčích kombinací měst. Opět je potřeba si uvědomit, že dopravní síť našich krajských měst je vysoce propojena, tudíž dochází ke zkreslení údajů při přiřazování určených sedel k zjištěným úsekům. Musíme upozornit na fakt, kterým je překrývání určitých tras (dopravních komunikací) mezi jednotlivými městy, respektive silniční spojnice určitých dvojic měst byli alespoň částečně společné pro další kombinace tras mezi některými dalšími středisky. V důsledku této problematiky jsme se rozhodli určit pouze dvojice krajských měst, které jsou k sobě vázány „přímými“ dopravními komunikacemi, resp. sčítací úsek pouze mezi dvěma nody. Zvolili jsme tedy 25 možných dopravních cest, do nichž jsme nezahrnuli úseky Praha–Jihlava a Brno–Jihlava, jež by měly zkreslenou vypovídací schopnost, proto jsme je vyjádřili pouze jako jednotný úsek Praha–Brno. Vycházeli jsme z faktu, že krajské město Jihlava se nachází v těsné blízkosti dálnice D1, tudíž výsledky reálných interakcí v podobě dopravní intenzity by byli zavádějící, jelikož by hodnota reálné interakce na úsecích Praha–Jihlava a Brno–Jihlava podle sčítání intenzity dopravy v roce 2005 odpovídala téměř stejné hodnotě, jakou vykazuje interakce mezi Prahou a Brnem, což je nereálné. V důsledku zprovoznění jihlavského obchvatu ke dni 30.7.2008 a na základě nadcházejícího sčítání intenzity dopravy k roku 2010 by bylo možné postupovat analogicky (tedy zhodnotit úseky Praha–Jihlava a Brno–Jihlava), ale data ze sčítání dopravní intenzity doposud nejsou dostupná. Pro každou variantu vymezených úseků jsme určili nejmenší hodnotu intenzity dopravy (sedlo) a vypočítali kumulovanou modelovou interakci, jež je jednoduše řečeno vyjádřena jako suma všech modelových interakcí mezi jednotlivými krajskými centry probíhajícími po sledovaném úseku. Jednoduše řečeno, uvažujeme-li středisko  $i$  (např. Praha) a  $j$  (např. Brno) a sledovaný dopravní úsek mezi nimi, pak výsledná kumulovaná modelová interakce této dvojice měst je suma oboustranných modelových interakcí mezi nimi, jednak oboustranných modelových interakcí mezi ostatními středisky se střediskem  $i$  (Praha) a  $j$  (Brno) uskutečněných po sledované trase a také všech oboustranných modelových interakcí mezi dvojicemi krajských center probíhajícími po sledovaném úseku. Samozřejmě jsou do tohoto výpočtu modelové interakce mezi jádry zahrnuty interakce v obou směrech, protože hodnotíme vzájemnou interakci mezi dvěma středisky.

Jelikož rychlostní silnice R35 představuje v současných plánech české dálniční sítě tzv. severní páteřní trasu spojující Čechy a Moravu a dálnice D3 se stane hlavní

trasou mezi Prahou a Českými Budějovicemi, rozhodli jsme se pro určité další úpravy modelových interakcí v současnosti. Postupovali jsme následovně.

- a) Zvolili jsme určité dvojice měst jako Praha-Olomouc a Praha-Ostrava, u nichž jsme předpokládali, že mezi nimi by mohla určitá část dopravních kontaktů v současné době vést nejen pouze po dálnici D1, ale již i přes alternativní trasu lemující budoucí výstavbu dálnice R35 (respektive Praha-Hradec Králové-Ostrov-Mohelnice-Olomouc). Rozhodli jsme se tedy modelovou interakci u těchto dvojic měst rozdělit v poměru 90 % z celkové modelové interakce Praha-Olomouc a 90 % z celkové modelové interakce Praha-Ostrava a přičíst ke kumulovaným modelovým interakcím, které vedou spojovací cestou po dálnici D1 a zbývajících 10 % opět z celkových modelací těchto dvojic načíst obdobným způsobem na severní alternativu spojovací cesty (Praha-Hradec Králové-Ostrov-Mohelnice-Olomouc). K tomuto přesvědčení nás vedl fakt, že i když trasa vedená po dálnici D1 je časově či z pohledu efektivity výhodnější, může existovat určité procento lidí (v našem případě tedy 10 %), které již nyní preferuje trasu po rychlostní silnici R35 např. z důvodu blízkosti bydliště k R35 či lepší pozici výjezdu z Prahy po dálnici D11. Nutno podotknout, že spojovací cestou je v našem případě myšleno spojení po silnici.
  
- b) Stejným způsobem jsme uvažovali i u spojení Praha-České Budějovice. Zde jsme porovnávali dvě varianty přes Tábor a přes Příbram. Rozhodli jsme se stejně jako Bartošová (2008) rozdělit modelovou interakci této dvojice na poloviny a načíst každou na jednu alternativu. V rámci ostatních krajských měst jsme modelové interakce dvojic měst Ústí nad Labem, Liberec, Hradec Králové a Pardubice-České Budějovice nakumulovali na spojovací cestu přes Tábor a Karlovy Vary-České Budějovice přes Příbram. K tomuto rozdělení nás vedlo přesvědčení, že cestující z Karlových Varů při projíždění Prahou preferují cestu po E48-E50-R4 na Příbram, kdežto dopravní interakce měst první varianty jsou trasovány přes Prahu podél E55-D1-Mírošovice-E55 směrem přes Tábor. U Jihlavy, Brna, Olomouce, Ostravy a Zlína předpokládáme, že jejich trasa dopravních spojení vede po D1 a poté směrem na Pelhřimov-Jindřichův Hradec-České Budějovice, proto jejich modelové interakce s Českými Budějovicemi do těchto dvou variant nezahrnujeme.

- c) Další úprava modelových interakcí nastala při konstrukci situace predikovaného modelu po dostavbě R35 a dálnice D3, jež je naplánována na rok 2020. R35, jakožto rychlostní silnice pro motorová vozidla bude po svém dokončení s přibližně 250 km délky nejdelší tuzemskou rychlostní silnicí. Povede v úseku **státní hranice SRN - Liberec - Turnov - Hradec Králové - Vysoké Mýto - Mohelnice - Olomouc - Lipník nad Bečvou**. Stane se významnou dopravní tepnou především vnitrostátního významu. Na úrovni vnitrostátní dopravy bude velice důležitým spojením severu Moravy s východem a severem Čech (napojí po jejich dokončení dálnici D47 na dálnici D11), na úrovni mezinárodní dopravy umožní kvalitní dálniční spojení se severem Německa (společně s D8 a D5) a s Polskem (napojení na D11). Proto předpokládáme, že dojde i ke změnám preference určitých dopravních tras mezi některými zvolenými dvojicemi krajských měst, respektive určitá modelová spojení budou trasována právě po R35. Proto je pro predikci našeho sledovaného území nutná další úprava konstrukce kumulovaných modelových interakcí. Jedná se o modelové interakce mezi středisky Liberec-Olomouc, Ostrava, Zlín dále Praha-Olomouc, Ostrava a Ústí nad Labem-Olomouc, Ostrava. U všech těchto spojení jsme předpokládali, že po dokončení výstavby R35 dojde k 100% odklonu jejich dopravních spojení po dálnici D1 právě na rychlostní silnici R35, což z hlediska časových i kilometrických úspor vyjadřuje tabulka 5. Tento fakt jsme tedy zohledňovali při konstrukci predikovaného modelu kumulovaných interakcí mezi jednotlivými krajskými městy. Po výstavbě D3, předpokládáme, že právě tuto trasu budou využívat jak Liberec, Hradec Králové, Ústí nad Labem, Pardubice a co se týče Prahy, rozhodli jsme se pro 100% interakci po D3. Nezměněno zůstane spojení Karlových Varů s Českými Budějovicemi, tedy trasováno po R4 přes Příbram.
- d) Dalším důležitým krokem bylo nutné vypočítat nová časová spojení mezi vybranými dvojicemi krajských měst po realizaci plánovaných silničních úseků (v našem případě rychlostní silnice R35 a dálnice D3). Zjistili jsme tedy pomocí dostupných materiálů změnu kilometrické vzdálenosti mezi dotčenými dvojicemi středisek a následně vypočítali jejich nové časové dostupnosti (pomocí přímé úměry tzv. trojčlenky). Toto měření jsme se rozhodli udělat pro dvě varianty intenzity rychlosti, tedy průměrnou 110 km/h a 130 km/h (viz tabulka 4). Rozhodli jsme se proto, že 110km/h je odpovídající průměrná rychlost, ale na druhé straně je realitě obecně více přisouzena vyšší rychlost (maximální povolená rychlost na dálničních úsecích je 130km/h), proto usuzujeme, že v rámci české dálniční sítě bude chování většiny řidičů ovlivněno tímto

limitem a tedy je potřeba počítat i s vyšší variantou průměrné rychlosti. Následně jsme pomocí těchto nových vypočtených hodnot časových vzdáleností dotčených dvojic krajských měst vypočítali jejich modelovou interakci, kterou jsme opět kumulovaly dle výše popsaných postupů. Výsledkem byla modelová interakce vztažená k roku 2020, díky níž jsme mohli následně provést predikci reálných toků.

#### 4.5) Kalibrace modelu

Ve výše uvedených kapitolách byly popsány postupy, jakými jsme určili hodnoty  $m$ , vzdálenosti středisek a vypočítali kumulované interakce mezi určenými dvojicemi krajských měst.

Nyní je tedy možné přistoupit k samotné kalibraci modelu. Hlavním cílem kalibrace gravitačního modelu je nalezení nejvhodnějšího parametru, jímž docílíme, že vypočtené hodnoty kumulovaných modelových interakcí budou v co nejtěsnějším vztahu se sledovanými (reálnými) dopravními proudy/intenzitami. Nabízí se řada možností a postupů. V rámci naší práce se jedná zejména o nalezení vhodného parametru časové vzdálenosti  $b$ . Ke zjištění „těsnosti“ jsme použili Pearsonův korelační koeficient určující těsnost závislosti mezi dvěma veličinami. Výběrový (Pearsonův) korelační koeficient hodnotí stupeň závislosti veličin  $X$  a  $Y$  na škále od -1 do 1. Hodnoty blízké nule svědčí o tom, že pozorované veličiny  $X$  resp.  $Y$  nenesou prakticky žádnou informaci o  $Y$  resp.  $X$ , zatímco hodnoty korelačního koeficientu blízké -1 či 1 svědčí o blízkém lineárním vztahu  $X$  a  $Y$ .

Ze záporné korelace vyplývá, že na měřených objektech jsou nízké hodnoty veličiny  $X$  doprovázeny spíše vysokými hodnotami veličiny  $Y$  (a obráceně); naopak kladná korelace dokazuje, že na objektech s vysokými hodnotami jedné veličiny lze očekávat výskyt spíše vysokých hodnot druhé veličiny. Při sledování vzájemných vztahů většího množství charakteristik je užitečné použít korelační matici, která velmi přehledně uspořádá korelační koeficienty mezi všemi dvojicemi sledovaných ukazatelů (Zvára, 2001). Dále byla pro prokázání závislosti zvolena 1% hladina významnosti. Pro tato měření jsme použili statistický software SPSS 13.0.

#### 4.6) Predikce prostorových interakcí k roku 2020

Již zmíněná kalibrace a konstrukce našeho gravitačního modelu odpovídala sledovaným reálným tokům z roku 2005. Dále jsme pro predikci prostorových interakcí reálného toku dopravní intenzity (sedla) zahrnuli předpoklad, že se masa zvolených středisek nebude v období 2001-2020 výrazně měnit. Jelikož do gravitačního modelu pro rok 2020 vstupuje očekávaná změna vzdálenosti některých krajských měst v kontextu výstavby nové silniční infrastruktury rychlostní silnice R35 a D3, rozhodli jsme se za hodnoty mas z důvodu neznalosti budoucích kvalitativně zhodnocených komplexních velikostí středisek dosadit masy z roku 2001. I pro predikovaný model jsme začlenili hodnotu parametru časové vzdálenosti  $b$  z kalibrovaného modelu k roku 2001.

Po těchto úpravách bylo možné provést predikci zkoumaného reálného toku dopravní intenzity. Samotné hodnoty byly stanoveny na základě regresní rovnice vzešlé ze vztahu modelové interakce (nezávisle proměnná  $X$ ) a reálného toku dopravní intenzity (závisle proměnná  $Y$ ) za rok 2005. Čili po dosazení hodnot modelových interakcí  $x$  k roku 2020 bylo možné predikovat i hodnoty reálných toků dopravních intenzit v roce 2020.



## 5.) HODNOCENÍ REÁLNÝCH INTERAKCÍ A JEJICH VZTAHŮ

Studium prostorové diferenciacce pozorovaných charakteristik nám umožňuje lepší interpretaci výsledků a určení jejich vypovídací schopnosti jako znaku jednotlivých interakcí v souboru. V předchozí kapitole byly popsány dílčí charakteristiky, postupy, metody, jejichž výsledky budou v následující části práce představeny formou tabulky, grafu, obrázku a komentářem, který ilustruje její územní rozložení. Následující část práce je věnována nástinu současného stavu a významu silniční sítě jak z hlediska geografické polohy, tak z hlediska zatížení jednotlivých sledovaných komunikací. Budou rozebrány možnosti potenciálních změn v dopravní infrastruktuře a dopravní poloze sledovaných středisek v souvislosti s výstavbou nových komunikací. Dále je nutné podotknout, že do našeho predikovaného modelu byly zahrnuty budoucí očekávané změny vzdáleností s jistou dávkou generalizace a subjektivního rozhodování autora, jelikož u některých nových úseků dálnic a rychlostních komunikací zahrnutých do studie nelze přesně určit jejich zprovoznění. Kapitola se rovněž zabývá dopravními vztahy a především jejich možnými změnami po plánované výstavbě D3 a rychlostních silnice R35.

Proto jsme se rozhodli rozdělit zmíněnou problematiku do třech následujících podkapitol. První je věnována charakteristice sledované silniční sítě a její vytíženosti, ve druhé podkapitole se budeme zabývat změnami časové vzdálenosti a ve třetí analýze dopravních intenzit mezi dotčenými středisky po výstavbě D3 a R35 respektive souvisejícími změnami v preferenci určitých tras mezi sledovanými středisky.

### 5.1) Charakteristika sledované silniční sítě

Zeměpisná poloha České republiky, která se rozkládá v samotném středu Evropy a je křižovatkou cest sever-jih a východ-západ, z ní dělá tranzitní zemi mezi členskými státy EU a kandidátskými zeměmi. Silniční síť je relativně dobře rozvinutá, ale v posledních letech neustále rostou kapacitní nároky na její využívání, proto je nutné stávající komunikace vhodně rozšířit a modernizovat. V rámci jihočeského kraje chybí dálniční napojení. Zlepšení situace by měla přinést výstavba dálnice D3, která by se měla stát hlavní komunikační páteří spojující Prahu s Českými. V současnosti

se cesty mezi těmito dvěma krajskými městy realizují po dvou možných silničních trasách. První trasu je možno realizovat po dálnici D1 z Prahy do Mirošovic, kde se trasa odkloňuje na silnici I. třídy č. 1/3 Mirošovice (dálnice D1)-Benešov-Tábor-České Budějovice. Při pravidelném celostátním sčítání intenzit dopravy k roku 2005 bylo zjištěno, že stávající silnice 1/3 mezi Mirošovicemi (dálnice D1) a Benešovem je již dnes pro provoz kapacitně nedostatečná (při příjezdu do Benešova byla dopravní intenzita na měřeném silničním úseku přes 24 tisíc vozidel za den v obou směrech). Dále trasa silnice 1/3 přechází za Miličínem v 6,8 km dlouhý úsek dálnice D3 Mezno-Chotoviny, který byl uveden do provozu dne 17.12.2007. Spojení pokračuje na již provozované silniční úseky Chotoviny-Stoklasná Lhota-Tábor jih, v podstatě obchvat Tábora (z let 1991 a 2004) a celková délka provozované **dálnice D3** u Tábora tak čítá 15 km. V jihovýchodní části Tábora přechází komunikace opět v silnici 1/3, která pokračuje přes Sezimovo Ústí, Planou nad Lužnicí, Soběslav až do Veselí nad Lužnicí. I v tomto úseku silnice nespĺňuje kapacitní podmínky, které se u příjezdu do Sezimova Ústí vyšplhali k 30 tisícům vozidlům za den v obou směrech. Odtud již silnice pokračuje do Českých Budějovic, a poté jižním směrem až na českorakouský hraniční přechod Dolní Dvořiště/Wulowitz, kde se napojuje na rakouskou komunikaci č. 310 (rovněž mezinárodní tah E55). Druhou alternativou, jež má za úkol zkvalitnit stav silniční sítě a zlepšit dopravní spojení nejen mezi Českými Budějovicemi a Prahou je dopravní komunikace R4. Výstavba této čtyřpruhé komunikace umožní lepší dopravní dostupnost na ose měst Praha-Dobříš-Milín-Mirotice-Třebkov-Nová Hospoda směrem na Příbram. V současnosti je v provozu úsek Praha-Skalka v délce 50,6 km z celkové plánované délky 93 km R4. Dle sčítání dopravní intenzity v roce 2005 bylo dosaženo přes 25 tisíc vozidel za den na počátečním úseku při výjezdu z Prahy.

Od Skalky (křižovatka s 1/18) u Příbrami následuje R4 jako **silnice I. třídy č. 1/4** (Skalka (křižovatka s 1/18)-Milín-Mirotice-Třebkov-Strakonice-Volyně-Vimperk-Strážný (státní hranice)) až na křižovatku se silnicí 1/20 u Nové Hospody, kde se větví směrem na Strakonice a Vimperk až na hranici s Německem (mezi úseky Skalka (křižovatka s 1/18) a Nová Hospoda dosahovala intenzita dopravy v roce 2005 přes 13 tisíc vozidel za den). U Nové Hospody v blízkosti obce Třebkov dochází ke zkřížení části rychlostní silnice R4 s čtyřpruhovou směrově dělenou **silnicí I. třídy č. 1/20 ve směru** Karlovy Vary (R6)-Toužim-Plzeň-Blatná (1/3), která od tohoto místa

pokračuje dále směrem na Písek a České Budějovice. Co se týče dopravních intenzit za rok 2005 obou variant tak obecně s rostoucí vzdáleností od Prahy slábnou, k vyšší míře intenzity dochází samozřejmě v blízkosti větších středisek (Benešov, Tábor, České Budějovice, Příbram, Písek). Další studovanou trasu utvářející v budoucnu alternativu při realizaci dopravních kontaktů mezi vybranými středisky představuje rychlostní silnice R35, jejímž hlavním úkolem v současných plánech české dálniční sítě bude vytvořit tzv. severní páteřní trasu spojující Čechy a Moravu.

První zmínky týkající se realizace této komunikace se objevují v plánech dálniční sítě již v roce 1963 jako dálnice D35, vedoucí v trase Hradec Králové – Litomyšl – Svitavy – Jevíčko – Konice – Olomouc – Lipník nad Bečvou, kde se měla napojovat na dálnici D47 (dnes D1). V počáteční dekádě 90. let 20. století byly jako součást D35 u Olomouce rozestavěny první dva stavební úseky tohoto dálničního tahu, ostatní stavby již byly připravovány v parametrech rychlostní silnice. V roce 1993 došlo k úpravám některých priorit výstavby a od tohoto roku je tedy R35 koncipována již v současné trase Liberec – Turnov – Jičín – Hradec Králové – Ostrov – Janov – Mohelnice – Olomouc – Lipník nad Bečvou. Po dokončení by se mělo jednat o nejdelší českou rychlostní silnici s celkovou délkou 260 km, která v celé své délce se stane součástí doplňkového tahu E442 evropské sítě E silnic. V současnosti je již v provozu několik vzájemně nepropojených částí, konkrétně se jedná o úseky na ose měst Liberec – Turnov (R10), Sedlice (D11) – Opatovice, Mohelnice – Olomouc a částečně nedokončený obchvat Olomouce s navazujícím úsekem Olomouc – Lipník nad Bečvou (D1). V listopadu 2009 byl zprovozněn nejmladší 3km dlouhý úsek R35 Sedlice – Opatovice, který se napojuje na dálnici D11 silnici I/37, tedy čtyřpruhovou silniční spojkou mezi Hradcem Králové a Pardubicemi.

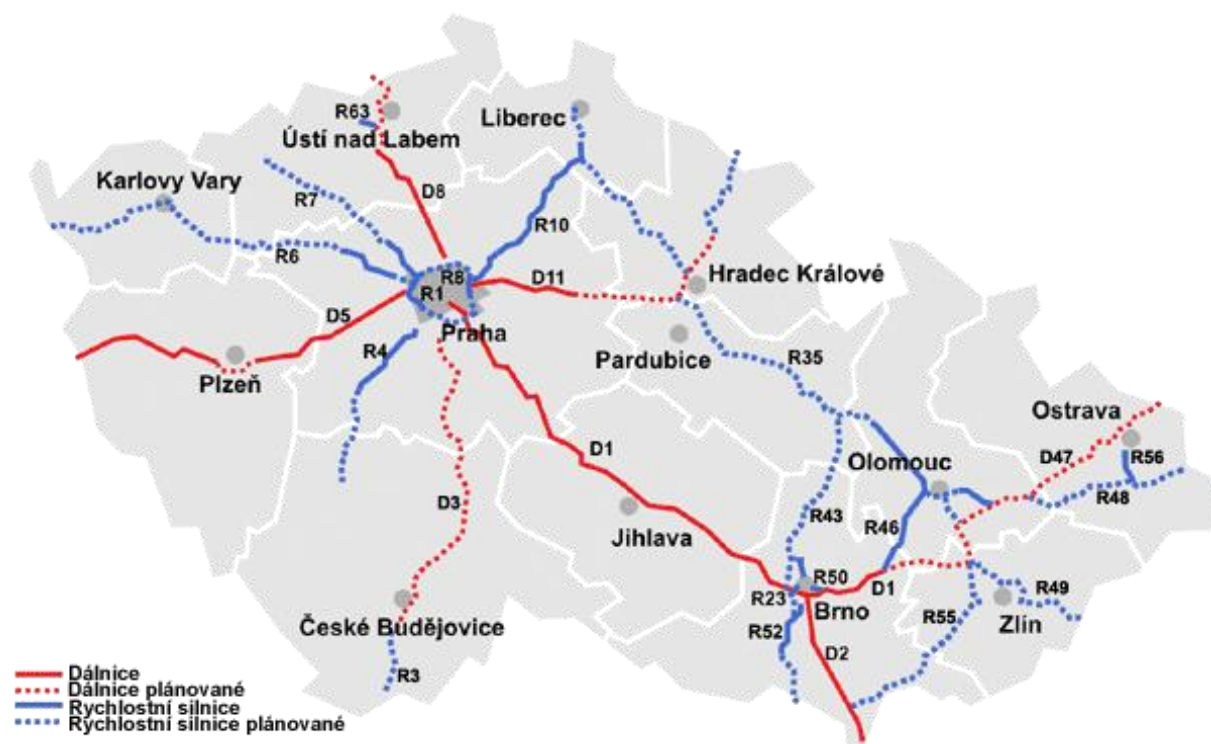
Tento úsek je zároveň symbolickým počátkem výstavby klíčové části R35 mezi Hradcem Králové a Mohelnicí. Především část mezi Hradcem Králové a Olomoucí bude v návaznosti na dálnici D11 z Prahy utvářet páteřní část této dopravní komunikace s očekávanými nejvyššími intenzitami dopravy z celé R35 a to v rozmezí 31 až 53 tisíc vozidel za 24 hodin v obou směrech pro rok 2040 ([www.rsd.cz](http://www.rsd.cz)).

Dostavba tohoto úseku je v současnosti brána jako jedna z nejvyšších priorit plánů na dostavbu české dálniční sítě o čemž jasně vypovídá např. usnesení vlády ze dne 5. 1. 2009 o jmenování zmocněnce vlády pro liniovou výstavbu rychlostní silnice R35

nebo zákon ze dne 4. 11. 2009 o urychlení výstavby dopravní infrastruktury, který byl přijat i díky tlaku na urychlenou dostavbu této páteřní komunikace.

Vzhledem k náročnosti práce (bylo by potřeba zahrnout i ostatní významná střediska českého sídelního systému) nejsou do výzkumu zahrnuty ostatní plánované výstavby komunikací jako R55, R43 či R6, které by mohli být dále rozpracovány v navazujících studiích.

Obrázek 2: Současný stav a plánovaná výstavba silniční sítě Česka



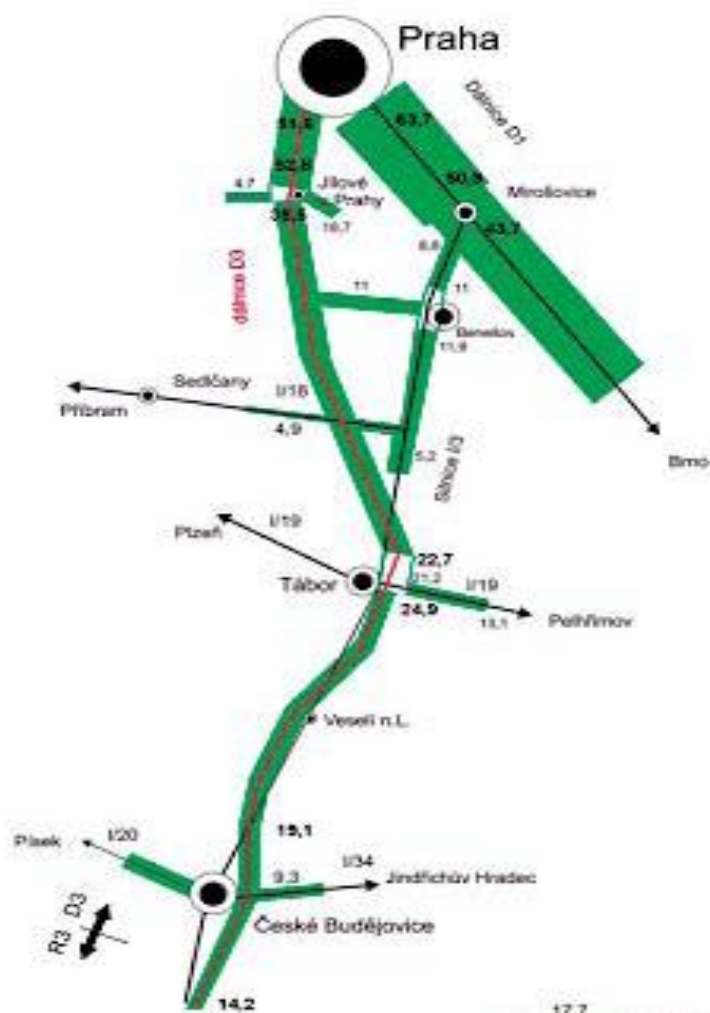
Zdroj: [www.rsd.cz](http://www.rsd.cz)

## 5.2) Změna časové vzdálenosti středisek a preference trasy

Zprovoznění dálnice D3 a rychlostní silnice R35 (v roce 2020) povede ke změně časové vzdálenosti u vybraných středisek, které budou využívat tyto nové dopravní spojení, jako součást nejkratší spojovací cesty což povede i k jejich vzájemnému přiblížení. Tím pádem lze i předpokládat, že díky lepší časové dostupnosti interakce mezi některými středisky po stávajících dopravních spojnicích budou nahrazeny novou, především časově výhodnější alternativou. Je samozřejmostí že tento fakt přinese odlehčení dopravní intenzity na stávajících komunikacích a na druhé straně

dojde k nárůstu dopravních interakcí na nově zprovozněných spojeních. Výstavba dálnice D3 přispěje k odklonu dopravního zatížení na úseku Praha-Miřovice a úsek Miřovice-Benešov, který je realizován po dálnici D1 a silnici 1/3 a bude částečně nahrazen právě dálnicí D3, která bude vycházet z Pražského okruhu (jižním směrem přímo z Prahy). Ředitelství silnic a dálnic ČR ve své publikaci o dálnici D3 uveřejnilo schéma dopravního zatížení dálnice D3 v roce 2020 (obr. 3). Musíme ovšem podotknout, že u tohoto schématu není přesněji specifikováno, jakým způsobem zpracovatel docílil daných výsledků, proto v konfrontaci s naším zájmem, kdy hodnotíme interakce pouze mezi krajskými městy, budou závěry určitě rozdílné.

Obrázek 3: Schéma dopravního zatížení dálnice D3 v r. 2020 podle Ředitelství silnic a dálnic ČR (celoroční průměr denní intenzity vozidel v obou směrech)



Zdroje: Dálnice D3 a rychlostní silnice R3, ŘSD - [www.rsd.cz](http://www.rsd.cz)

Po výstavbě D3, předpokládáme, že právě tuto trasu budou využívat jak Liberec, Hradec Králové, Ústí nad Labem, Pardubice a co se týče Prahy, rozhodli jsme se pro 100% interakci po D3. Co se týče Karlových Varů, ponechali jsme trasování jejich dopravních kontaktů s Českými Budějovicemi po trase přes Příbram. Interakce mezi jihočeskou metropolí a moravskými krajskými středisky zůstanou neměnné, tudíž vedeny po D1 přes Pelhřimov a Jindřichův Hradec.

Konečná výstavba rychlostní silnice R35 přinese ovšem mnohem větší změny v dopravních interakcích mezi krajskými městy. Dojde především k časovému přiblížení určitých krajských měst, což přinese i nárůst dopravních kontaktů po sledované trase. ŘSD uveřejnilo očekávané hodnoty dopravních intenzit na jednotlivých úsecích viz tabulka 3.

Tabulka 3: Očekávané hodnoty dopravních intenzit po R35 dle ŘSD

Prognóza intenzit dopravy (rok 2040)	
Název úseku	Počet vozidel za 24h v obou směrech
Liberec - Turnov	34-38 tis
Jičín - Hradec Králové	13-18 tis
Hradec Králové - Ostrov	21-29 tis
Ostrov - Janov	35-42 tis.
Janov - Mohelnice	33-39 tis
Mohelnice - Olomouc	31-38 tis
obchvat Olomouce	25-45 tis.
Olomouc - Lipník nad Bečvou	22-25 tis.

Zdroj: Rychlostní silnice R35, ŘSD - [www.rsd.cz](http://www.rsd.cz)

Tabulka 4: Změny časových vzdáleností mezi vybranými dvojicemi středisek po výstavbě R35 a D3 v roce 2020

Dvojice krajských měst	Před km	Před min	Po Km	Po min	rozdíl km	rozdíl	rozdíl min	úspora v	úspora v
						min při 110km/h	při 130km/h	% při 110km/h	% při 130km/h
Liberec - Olomouc	391	225	224	122	167	103	122	46	54
Liberec - Hradec Králové	100	73	88	48	12	25	32	34	44
Liberec - Pardubice	123	89	112	61	11	28	37	31	42
Hradec Králové - Olomouc	141	101	136	74	5	27	38	27	38

Hradec Králové - Ostrava	241	153	230	125	11	28	47	18	31
Liberec - Ostrava	486	277	318	173	168	104	130	37	47
Liberec - Zlín	400	221	273	149	127	72	95	33	43
Hradec Králové - Zlín	209	155	201	110	8	45	62	29	40
Olomouc - Ústí nad Labem	368	208	322	176	46	32	59	16	29
Ostrava - Ústí nad Labem	461	256	416	227	45	29	64	11	25
Praha - Olomouc	285	156	241	131	44	25	45	16	29
Praha - Ostrava	378	202	335	183	43	19	47	10	23
Praha - České Budějovice	156	121	132	70	24	51	60	42	50
Ústí nad Labem - České Budějovice	240	174	216	118	24	56	74	32	43
Liberec - České Budějovice	254	168	230	125	24	43	62	25	37
Hradec Králové - České Budějovice	259	173	225	123	34	50	69	29	40
Pardubice - České Budějovice	262	175	238	130	24	45	65	26	37

Zdroj: Vlastní výpočty

Na základě tabulky 4 je zřejmé, že úspěšná realizace projektů výstavby rychlostní silnice R35 či dálnice D3 přinese nejen zkrácení vzdálenosti mezi jednotlivými krajskými městy (samozřejmě i dalšími městy, nejen ČR) ale bude mít značný vliv na snížení časové vzdálenosti a následně i pozitivní dopad na životní prostředí z důvodu úspory pohonných hmot. V rámci realizace obousměrných dopravních kontaktů po R35 dojde také k částečnému odklonu po současně preferované dálnici D1 a to hlavně mezi dvojicemi měst Praha-Olomouc, Praha-Ostrava, Olomouc-Liberec a Ostrava-Liberec. Ve většině případů sledovaných dvojic krajských měst dojde k úspoře času stráveného na cestách kolem 30 %. Nejvyšší úspory lze sledovat u dvojic Liberec-Olomouc s úsporou 103 minut respektive 46% úsporou času, následuje Liberec-Ostrava se 134 minutami, čili 37% časová úspora v rámci R35 při průměrné rychlosti 110km/h (při hodnocení úspor při průměrné rychlosti 130km/h jsou rozdíly o něco markantnější).

Nejnižší časové úspory lze sledovat mezi dvojicemi krajských měst, které jsou od sebe nejméně vzdálené, což je způsobeno faktem, že při své cestě musí překonávat větší množství průjezdných měst např. Ostrava-Ústí nad Labem, Olomouc-Ústí nad Labem. Nízké úspory mezi Prahou a Olomoucí či Prahou a Ostravou jsou způsobeny relativní vzdáleností podobností obou nejvýhodnějších alternativ respektive trasových spojení po D1 a R35.

Co se týče změn při využití dálnice D3, tak u vybraných dvojic středisek se úspory opět pohybují kolem 30 %, nejvyšší pak u páru Praha-České Budějovice se svými 42 % respektive úsporou 51 minut při průměrné rychlosti 110km/h. U dalších sledovaných dvojic integrovaných s Českými Budějovicemi jsou hodnoty procentuelních hodnot jen minimálně rozdílné. Proto je zřejmé, že obě varianty nových tras přinesou značné úspory času při uskutečňování interakcí mezi jednotlivými dvojicemi středisek a tudíž preference dopravních spojení po jejich trasách lze považovat za opodstatněnou.

Na druhou stranu je potřeba upozornit, že naše měření vzdáleností vychází ze serveru [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) a proto nelze přesně určit stejné parametry při jejich posuzování průměrné rychlosti. My jsme se rozhodli konstruovat budoucí délky časových spojení dle průměrné rychlosti bez zahrnutí času stráveného při průjezdu některými městy. Proto jsme výsledná časová spojení měřili od centra jednoho střediska (většinou městský úřad) do centra druhého, což by mohlo odpovídat času strávenému při překonávání „městských překážek“.

### 5.3) Nejvýznamnější silniční osy mezi krajskými městy dle dopravní intenzity

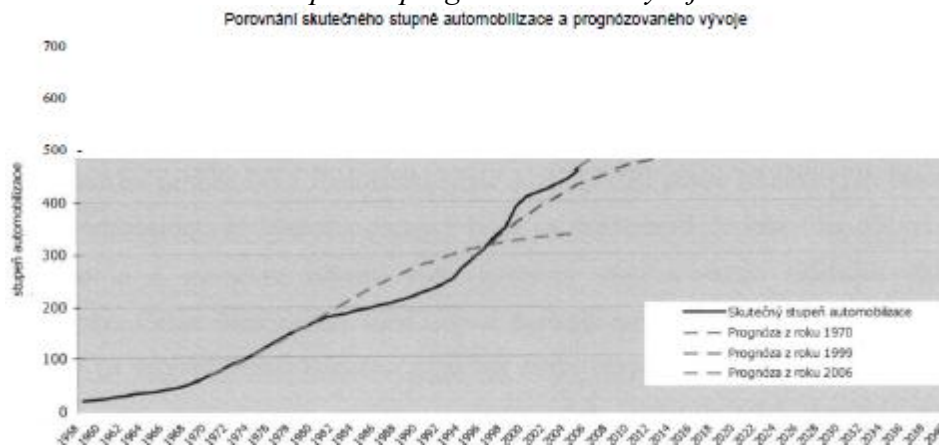
Následující podkapitola je věnována zhodnocení vývoje nejvýznamnější silničních os mezi krajskými městy a jejich následná konfrontace s výsledky sčítání intenzit silniční dopravy, které proběhlo v roce 1991, 2000 a 2005 (dostupné na internetovém serveru Ředitelství silnic a dálnic – [www.rsd.cz](http://www.rsd.cz) ). Je zřejmé, že v posledních letech docházelo k prudkému nárůstu individuální automobilové dopravy v celém Česku. Dopravní indukci definuje Kurfurst (2002, s. 11) jako „vztah přímé úměry mezi



*množstvím dopravní infrastruktury a objemem dopravy*'' . Jednoduše řečeno čím více prostoru danému druhu dopravy poskytneme, tím větší bude její objem, respektive každá nová výstavba nějaké dopravní komunikace má tendenci k sobě přitahovat dopravní interakce a zvyšovat i poptávku po ní.

Litman (1998, cit. v Kurfurst, 2002) definuje dopravní indukci jako projev dopravního chování. Za hlavní motiv tohoto lidského chování považuje zlepšenou dosažitelnost dříve hůře dostupných míst. Podle Litmana by se tyto jízdy při zachování stávající situace vůbec neuskutečňovaly'' . Graf 1 poukazuje na vývoj stupně automobilizace (počet osobních vozidel na tisíc obyvatel) a předpověď do budoucna v rámci Česka od roku 1958.

*Graf. 1: Vývoj stupně automobilizace do roku 2005, porovnání s prognózami z roku 1970 a 1999 a aktuálně platná prognóza dalšího vývoje z roku 2006*



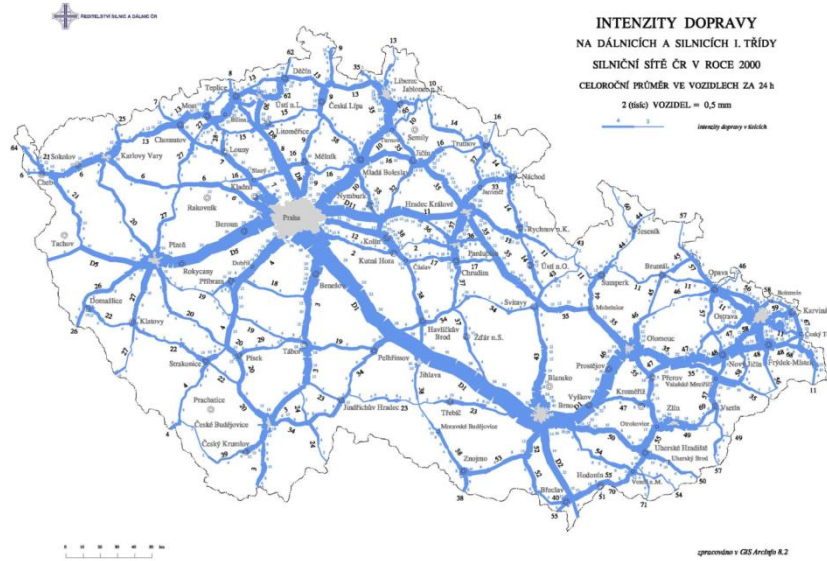
**Zdroj:** Aktualizace prognózy dopravních výkonů automobilové dopravy do roku 2040 (Bartoš, Martolos, 2008)

Nyní lze konstatovat, že v minulosti všechny zpracované prognózy vývoje automobilové dopravy a jejího zatížení byly obecně překonány mnohem dříve, než se podle nich předpokládalo (Bartoš, Martolos, 2008). Jako příklad lze uvést studii zabývající se prognózou dopravních výkonů silniční dopravy do roku 2030 zpracovanou v roce 1984. I přesto, že v roce 1992 byla aktualizována, nakonec došlo k jejímu překonání již v roce 1996. Především na dálničních úsecích lze sledovat markantní nárůstu dopravních intenzit zejména u nákladních vozidel – nárůst byl mezi roky 2000 až 2005 o 80 % (zatímco prognóza předpokládala nárůst 17 %), co se týče osobních vozidel, byl nárůst o 33 % (prognóza předpokládala nárůst o 18 %). V rámci nižších silničních tříd nebyl nárůst individuální automobilové dopravy

tak výrazný, snad pouze u nákladní dopravy lze také sledovat vyšší nárůst. Tento fakt umocňuje ve značné míře vliv rozšíření Evropské unie a také zavedení mytného pro nákladní vozidla v Německu (Bartoš, Martolos, 2008).

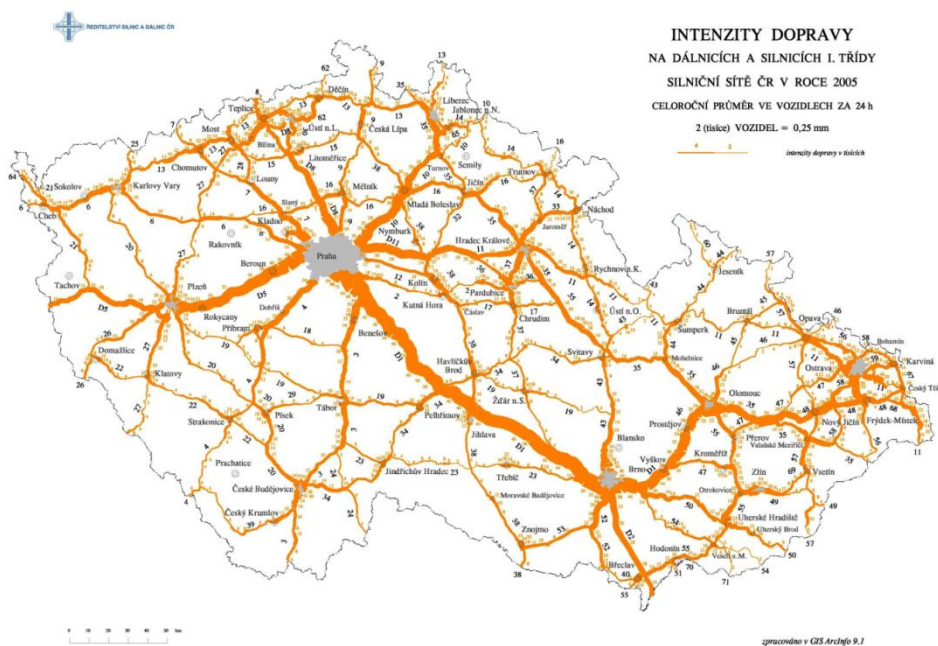
Obecně tedy platí, že silniční intenzita dopravy se na českých silnicích a dálnicích rok do roku neustále zvyšuje. Na začátku roku 2001 bylo v České republice evidováno již přes čtyři a půl milionů automobilů. K 1.1. 2004 bylo v evidenci celkově 5 829 249 vozidel všech druhů a kategorií. Vůbec nejzatíženější komunikací v ČR uvnitř obce je Jižní spojka v Praze s průjezdností 120 tis. vozidel denně. Na dopravní zatížení skrze obec je potřeba nahlížet jinak. Proto nejzatíženější silnicí z hlediska silniční dopravy v České republice, vedoucí však mimo obec, je s jasným náskokem dálnice D1 a to téměř po celé své délce. Průměrná denní průjezdnost v rámci této komunikace je od 22 do 30 tisíc vozidel za den, kdežto i na nejzatíženějších silnicích to bývá od 12 do 16 tisíc. Musíme však upozornit, že intenzita dopravy je diferenciována po celé trase silničního spojení a průchodu města, kde dochází k jejímu několikanásobnému navýšení. Rovněž v zázemí velkých měst bývá na silnicích více živo, což je výsledkem dojíždění do zaměstnání, za nákupy apod. Z tohoto důvodu nejsou zohledněny v následujících mapách dopravní intenzity na městských komunikacích. Klasicky nejvyšší dopravní zatížení má tedy v Česku dálnice D1. Na úseku z okraje Prahy do Mirošovic její denní dopravní intenzita dosahuje dokonce 42 až 64 tisíc vozidel za den. V jejím těsném závěsu následuje dálnice D5, ovšem pouze z Prahy do Plzně. Intenzita této komunikace se pohybuje zhruba od 24 do 30 tisíc vozidel, avšak z Plzně do Rozvadova je pak průjezdnost výrazně nižší. Značné přetížení z pohledu dopravních intenzit je typické pro námi sledované silnice I/3 do Českých Budějovic či I/11 do Hradce Králové. Ovšem i zde není intenzita po celé délce silnice stejná. Mezi další velice zatížené tahy řadíme R46 z Vyškova do Olomouce, R10 z Prahy do Turnova a dále R35 do Liberce dále pak celou trasu z Olomouce na Ostravsko a další trasy.

Obrázek 4: Intenzita silniční dopravy v roce 2000



Zdroj: převzato z [www.rsd.cz](http://www.rsd.cz)

Obrázek 5: Intenzita silniční dopravy v roce 2005



Zdroj: převzato z [www.rsd.cz](http://www.rsd.cz)

Obrázky 4 a 5 potvrzují jasně dominantní postavení Prahy v Čechách a bipolaritu metropolitních prostorů Brno–Ostrava na Moravě. Ta může přecházet spíše v lineární či koridorovou formu vlivem kvalitního dopravního propojení. Dále potvrzují, že pro

takto vyjádřenou efektivitu dopravní intenzity bude mít velký vliv zlepšená dostupnost prostorů Hradce Králové–Pardubic, Ostravska, jižních Čech popřípadě hůře dopravně dostupných prostorů Zlína a Karlových Varů po dokončení rychlostních komunikací či dálnic napojujících tyto prostory. V rámci našeho šetření se zabýváme problematikou dopravních sedel, jejichž vývoj a hodnocení na nejvytíženějších komunikacích mezi krajskými městy vyjadřuje následující tabulka. Stejný efekt neustálého nárůstu automobilizace potažmo dopravních interakcí na sledovaných úsecích je patrný i u dopravních sedel. K rapidnímu nárůstu v tzv. transformačním období mezi roky 1991-2000 došlo na trasách, jež jsou realizovány především formou dálničního spojení. Jedná se tedy výhradně o osu Plzeň–Praha–Brno–Olomouc–Ostrava. Přitom v úseku mezi Plzní–Brnem projíždí denně na 20 tisíc vozidel. Následují osy Praha–Liberec a Praha–Hradec Králové kdy mezi roky 1991-2000 došlo k více než trojnásobnému nárůstu dopravní intenzity z hlediska sedel. Zásadní podíl na tomto faktu má úspěšná realizace dálnice D11 a rychlostní silnice R10. K dalšímu výraznému procentuelnímu nárůstu v tomto období došlo mezi Karlovými Vary-Plzní a Karlovými Vary-Ústí nad Labem. Nesmíme opomenout ani dálnici D8 jako součást IV. evropského multimodálního dopravního koridoru Berlín - Drážďany - Praha - Bratislava - Győr - Budapešť - Arad - Craiova - Sofie - Plovdiv - Istanbul, který byl schválen 2. Panevropskou konferencí na Krétě v roce 1994, na úrovni ministrů dopravy zúčastněných států. Dálnice je také součástí mezinárodní silnice E55 a řadí se mezi nejvytíženější úseky České republiky.

Vývoj dopravní intenzity z pohledu sedel mezi roky 2000-2005 není již tak výrazný, jako tomu bylo v předchozí dekádě. K značnějším nárůstům dopravních kontaktů dochází především u výše zmíněných os (Plzeň–Praha–Brno–Olomouc–Ostrava), ale též u námi řešenými dopravními spojeními mezi Prahou a Českými Budějovicemi či na ose Liberec-Hradec Králové–Olomouc. Musíme však konstatovat, že měření mezi časovým intervalem 2000-2005 je o polovinu menší nežli první interval 1990-2000, navíc se transformační období vyznačuje větším boomem v nárůstu automobilizace.

Tabulka 5: Dopravní intenzita (sedla, počet vozidel za 24 hodin) na jednotlivých úsecích mezi krajskými městy v roce 1991, 2000, 2005

Dvojice krajských měst	1991	2000	2005	Změna 2000/2005	Změna 1991/2000 (v %)	Změna 2000/2005 (v %)
Brno – Hradec Králové	3463	5570	6506	936	161	117
Brno – Olomouc	6605	<b>17597</b>	<b>22575</b>	4978	266	128
Brno – Zlín	5015	5308	6349	1041	106	120
České Budějovice – Jihlava	1319	3889	3228	-661	295	83
Hradec Králové – Pardubice	3335	9663	7288	-2375	290	75
Liberec – Hradec Králové	3597	5667	8529	2862	158	151
Olomouc – Hradec Králové	3685	6782	8872	2090	184	131
Olomouc – Zlín	5041	6495	8405	1910	129	129
Ostrava – Olomouc	4618	<b>10666</b>	<b>15558</b>	4892	231	146
Ostrava – Zlín	4618	3109	2060	-1049	67	66
Pardubice – Jihlava	2628	4993	5771	778	190	116
Plzeň – České Budějovice	1903	3326	2125	-1201	175	64
Plzeň – Karlovy Vary	1198	3690	4307	617	308	117
Praha – Brno (od Mirošovic)	<b>14892</b>	<b>22155</b>	<b>35200</b>	13045	149	159
Praha – České Budějovice (od Mirošovic)	5782	7287	9727	2440	126	133
Praha–Hradec Králové	3633	<b>11007</b>	<b>12484</b>	1477	303	113
Praha – Karlovy Vary	5034	6391	6886	495	127	108
Praha – Liberec	3903	<b>12859</b>	<b>14563</b>	1704	329	113
Praha – Plzeň	9494	<b>19193</b>	<b>18324</b>	-869	202	95
Praha – Ústí nad Labem	4891	8652	<b>11673</b>	3021	177	135
Ústí nad Labem – Karlovy Vary	1408	4996	8375	3379	355	168
Ústí nad Labem – Liberec	3775	5186	5890	704	137	114
Brno – Pardubice	2427	4788	2193	-2595	197	46
Olomouc – Pardubice	2427	4788	5818	1030	197	122
Praha – Pardubice	1356	4332	5643	1311	319	130

Zdroj: www.rsd.cz

Poznámka: Tučně jsou vyznačeny osy, na nichž neklesne dopravní intenzita pod 10 tisíc vozidel během 24 hodin.

## 6) ANALÝZA TEORETICKÝCH VZTAHŮ A JEJICH SROVNÁNÍ S REÁLNÝMI VZTAHY

Následující kapitola je věnována výsledkům vyplývajících z gravitačního modelu a je rozdělena do tří podkapitol. První podkapitola je věnována analýze modelových vztahů mezi jednotlivými krajskými městy. Samotné modelové interakce mezi středisky jsou rozděleny dle navržených variant trasování. Ve druhé části se zaměříme na zhodnocení vztahu mezi modelovými a reálnými vztahy a jejich kalibrací.

Poslední část kapitoly je už založena na samotné predikci reálných vztahů v důsledku výstavby dálnice D3 a rychlostní silnice R35. Každá z podkapitol obsahuje grafické či tabulkové výstupy jednotlivých měření, ve kterých jsou v generalizované podobě zahrnuty výsledky příslušného sledování.

### 6.1) Hodnocení modelových interakcí mezi krajskými městy

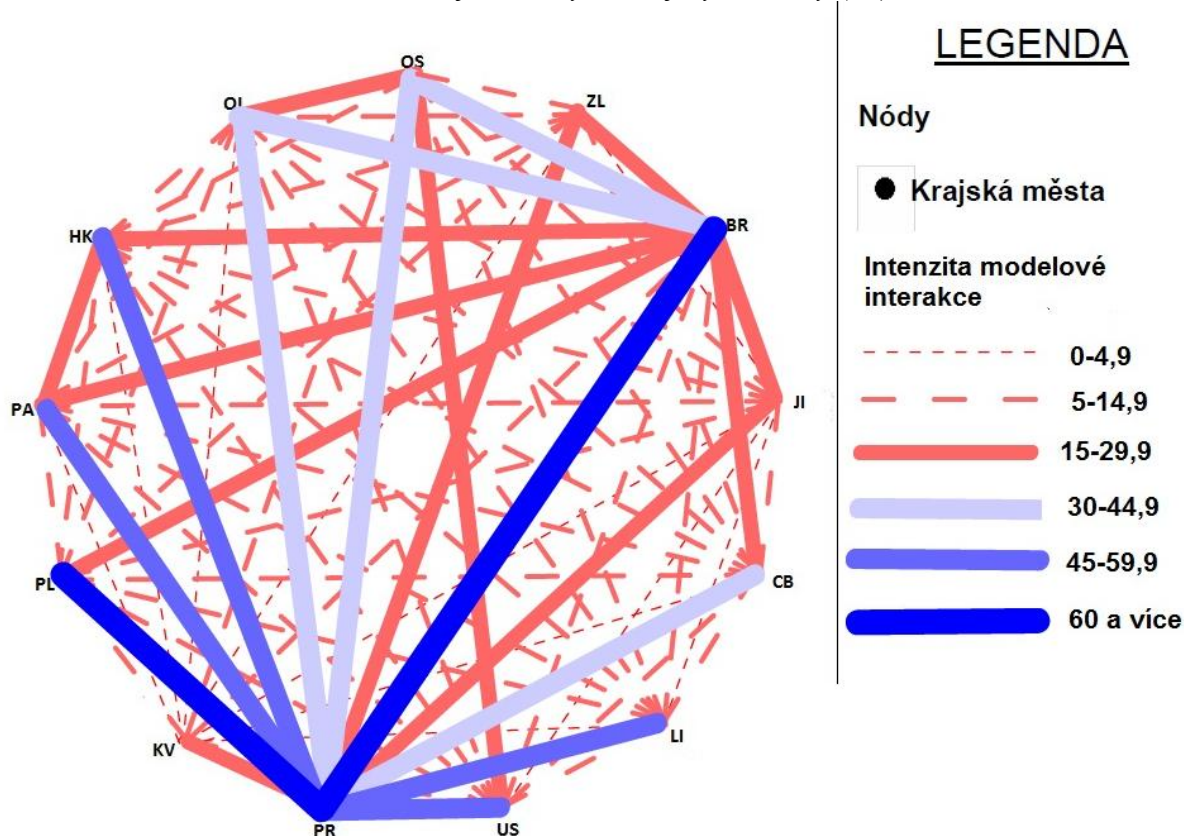
Podle výše stanoveného vzorce modelové interakce jsme se pokusili určit hierarchii os mezi jednotlivými krajskými městy České republiky. Pro 13 vybraných center jsme jako jejich masy  $M_i$  a  $M_j$  určili jejich odmocněnou hodnotu KKV ze sledování Hampla (2005). Poté jsme tedy zjistili nejkratší časovou vzdálenost po silnicích mezi centry a výsledná potencionální intenzita vztahů mezi jednotlivými centry byla zjištěna pomocí modifikace gravitačního modelu  $I_{ij}=M_i*M_j/d_{ij}^b$ . Modelové intenzity jednotlivých vztahů dvojic měst byly přiřazeny trasám nejkratšího časového spojení, kde v místech překryvu tras byly kumulovány hodnoty modelových obousměrných intenzit těchto tras. Dané měření je třeba brát s rezervou.

Kvůli pracnosti a přehlednosti se ve sledování nebraly v potaz další významná centra sídelního systému České republiky, respektive intenzivně využívané dopravní trasy mezi nimi samotnými potažmo mezi nimi a krajskými středisky (výsledek je tím značně ovlivněn). Některé intenzity zatížené určitých úseků silniční sítě jsou ovlivněny nedokončenou výstavbou dálniční sítě. Například všechna spojení mezi Ostravou, Olomoucí na jedné straně, Prahou a městy ležícími „za ní“ (Plzeň, Karlovy Vary) na druhé straně byla trasována z hlediska nejkratší časové vzdálenosti přes Brno po dálnici D1 na Prahu i když z hlediska nejkratší kilometrické vzdálenosti by

spojnice měst byla vedena přes Mohelnici, Svitavy a Kolín opět na Prahu. Rovněž trasa Praha–Olomouc–Ostrava přes Brno je sice o 60km delší, ovšem z časového hlediska je zhruba o 2 hodiny 15 minut kratší nežli přes Kolín. Navíc úsek Praha–Brno–Olomouc je veden po dálnicích a rychlostních komunikacích. Z těchto důvodů jsme rozhodli při konstrukci kumulovaných interakcí mezi vybranými dvojicemi měst (např. Praha-Olomouc a Praha-Ostrava) zohlednit možnost volby mezi těmito dvěma alternativami tras, což jsme pomocí procentuálního vyjádření zahrnuli do načítání modelových interakcí na sledované trasy (viz 4.5). Ve skutečnosti jsou dopravní interakce přes Brno mnohem intenzivnější než přes Kolín a Hradec Králové, ale pokud by byly v budoucnu dobudovány D11 a R35, tedy zprovozněno severní spojení Čech s Moravou, je velmi pravděpodobné, že intenzity na severním a jižním spojení budou mnohem vyrovnanější, čímž se zabýváme v rámci predikovaného modelu (viz dále).

Následující obrázek vyjadřuje tedy intenzity modelových interakcí mezi jednotlivými dvojicemi krajských měst v souboru. Z důvodu značného variačního rozpětí hodnot simulovaných modelových interakcí jsme se v rámci grafického znázornění rozhodli znázorněné hodnoty rozdělit do 6 intervalů. Výsledné hodnoty modelových vztahů dvojic krajských měst jsou upraveny na základě kalibrace kumulovaných modelových zátěží z důvodu nalezení, co nejtěsnějšího vztahu s reálnými interakcemi viz dále.

Obrázek 6: Modelová interakce mezi jednotlivými krajskými městy (78)



Zdroj: Hampl (2005), vlastní výpočty

Pozn.: v závorce je uveden počet jednotek v souboru

Na základě modelu interakcí mezi jednotlivými dvojicemi krajských měst vycházejícího z nejkratší časové vzdálenosti vykazují největší míru vzájemných vztahů Praha-Brno a Praha-Plzeň. Lze konstatovat, že další významné interakce probíhají na území Čech mezi Prahou a ostatními středisky a obdobně na Moravě mezi Brnem a dalšími centry. Nejmenší vztahy modelových interakcí s ostatními krajskými středisky jsou typické pro Karlovy Vary, Zlín a Jihlavu.

## 6.2) Srovnání a kalibrace modelové a reálné interakce mezi vybranými dvojicemi středisek

Abychom mohli nějakým způsobem zhodnotit vztah reálných a modelových interakcí bylo nutné přistoupit k následujícím metodickým postupům. Podle výše uvedené konstrukce jsme určili 25 dvojic krajských měst, mezi nimiž je přímé spojení po



sledovaných komunikacích. Na základě těchto tras jsme určili pro každou dvojici celkovou obousměrně nakumulovanou modelovou interakci.

Výsledné hodnoty jsme pomocí Pearsonova korelačního koeficientu v programu SPSS 17 porovnávali s reálnými vztahy (v našem případě sedly) s identickými trasami dvojic měst. Pro vytvoření co nejtěsnějšího vztahu mezi sledovanými vztahy bylo nutné určit vhodný parametr vzdálenosti  $b$ . Tomu nejlépe odpovídal parametr  $b=0,8$  s Pearsonovým korelačním koeficientem = 0,916452. Při konstrukci predikovaného modelu byly v případě použití této hodnoty značné nesrovnalosti mezi současnými a predikovanými dopravními intenzitami (sedly). Proto jsme rozhodli použít pro současný model parametr  $b=0,6$  s Pearsonovým korelačním koeficientem = 0,916084, který se nepatrně odlišoval od prvně zmíněného, ale v rámci predikce hodnot budoucích sedel měl reálnější vypovídací schopnost (tento parametr byl tedy použit i v konstrukci predikovaného modelu). Na základě zvolení parametru  $b=0,6$  jsou výsledné modelové kumulace na jednotlivých trasách mezi zvolenými dvojicemi krajských měst vyjádřeny v následující tabulce.

Tabulka 6: Dopravní a kumulované modelové interakce relací vybraných krajských měst

Relace	Dopravní intenzita (2005)	Modelová interakce (2001)	Relace	Dopravní intenzita (2005)	Modelová interakce (2001)
PR-CB(P)	8934	42,576	PL-KV	4307	17,049
BR-HK	6506	33,648	PR-BR	35200	688,177
BR-OL	22575	423,251	PR-ČB(T)	9727	79,39
BR-ZL	6349	218,801	PR-HK	12484	129,836
ČB-JI	3228	11,394	PR-KV	6886	118,95
HK-PA	7288	43,976	PR-LI	14563	187,678
LI-HK	8529	43,285	PR-PL	18324	246,671
OL-HK	8872	155,017	PR-ÚS	11673	241,994
OL-ZL	8405	218,801	ÚS-KV	8375	10,135
OS-OL	15558	331,085	ÚS-LI	5890	16,2
OS-ZL	2060	15,952	BR-PA	2193	51,713
PA-JI	5771	24,679	OL-PA	5818	94,126
PL-ČB	2125	23,191	PR-PA	5643	138,901

Zdroj: [www.rsd.cz](http://www.rsd.cz), Hampl (2005), vlastní výpočty

*Poznámka: BR = Brno, ČB = České Budějovice, HK = Hradec Králové, JI = Jihlava, KV = Karlovy Vary, LI = Liberec, OL = Olomouc, OS = Ostrava, PA = Pardubice, PL = Plzeň, PR = Praha, ÚS = Ústí nad Labem, ZL = Zlín, platí i pro následující obrázky a tabulky*

Pomocí koeficientu korelace R je vidět mezi oběma charakteristikami silná pozitivní závislost (0,916) a index determinace (R Square) udává, z kolika procent byla vysvětlena variabilita závisle proměnné na základě uvedené nezávisle proměnné vystupující v modelu. U modelu figuruje 1 proměnná – modelová interakce, která vysvětluje variabilitu závisle proměnné – dopravní intenzita - z 83,9 %. Procento objasněné variability je tedy poměrně vysoké což znamená, že na trase, jež se vyznačuje vysokou kumulovanou modelovou interakcí je i vyšší hodnota dopravní intenzity (sedla).

*Tabulka 7: Korelační vztah mezi kumulovanou modelovou interakcí a dopravní intenzitou vybraných relací krajských měst*

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,916 <sup>a</sup>	,839	,832	3019,897

a. Predictors: (Constant), MI

b. Dependent Variable: DI

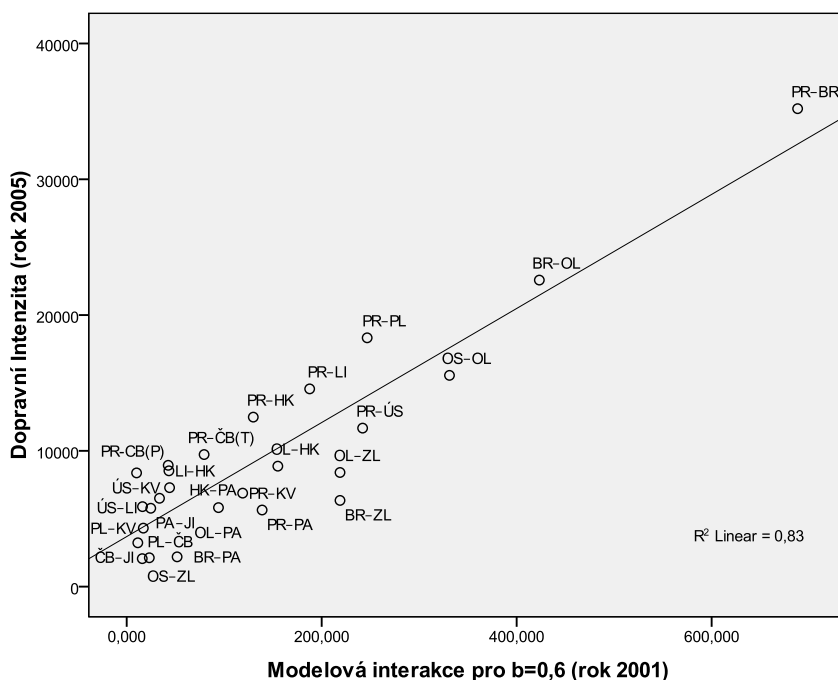
Zdroj: vlastní výpočty

Grafické znázornění lineární regrese mezi modelovou interakcí k roku 2001 vůči dopravní intenzitě k roku 2005 reflektuje poměrně nízké nadhodnocení/podhodnocení studovaných relací. Mezi nejvíce nadhodnocená spojení lze zařadit relaci Praha–Plzeň, Praha–České Budějovice (přes Příbram) a další přímé relace krajských měst, jež jsou v přímém spojení po rychlostních silnicích či dálnicích s Prahou. Tento fakt je s největší pravděpodobností ovlivněn faktorem tranzitní dopravy a nutno říci, že se jedná také především o páteční komunikace české silniční sítě, po kterých je uskutečňováno největší množství interakcí, u kterých se v některých případech nejedná pouze o vztahy právě mezi sledovanou dvojicí krajských měst, tedy odehrávají se zde interakce i mezi ostatními středisky nejen českého sídelního systému. Mezi nejvíce podhodnocené relace patří spojení Praha–Pardubice, Brno–Pardubice a hlavně spojení Brno–Zlín a Olomouc–Zlín. Tento fakt

lze vysvětlit značným nepoměrem kumulovaných modelových interakcí vzhledem k reálným interakcím. Nutno ovšem říci, že se jedná pouze o malé odchylky.

Nejvíce modelu vyhovují samozřejmě dvojice měst, které se nejvíce přimykají k přímce např.: Plzeň–Karlovy Vary, Plzeň–České Budějovice, Jihlava–Pardubice. Jedná se o města, které jsou si vzdálenostně blízké a jejich relace jsou trasovány po komunikacích, kde se nerealizuje tak značné množství modelových interakcí jako je tomu ve výše uvedených příkladech.

Obrázek 7: Lineární regrese vztahu modelové interakce a dopravní intenzity



Zdroj: vlastní výpočty

Mezi velice dobře dostupná centra v rámci Čech patří zejména Praha, Plzeň, Liberec, na Moravě Brno, Olomouc, Ostrava a Jihlava. Obecně tedy platí, že velmi dobře dopravně dostupné a vysokou hodnotou interakce se vyznačují střediska ležící na rychlostních silnicích a dálnicích. Příkladem slabých interakčních vztahů jsou Karlovy Vary, u kterých je nutné připomenout nižší regionální působnost centra, podobným případem je pak i Zlín. Do této skupiny lze zařadit i Jihlavu, která ovšem díky své blízkosti k dálnici D1 je více zapojena do interakčních procesů. Ze šetření je patrné, že nejvýznamnější osy dle kumulované modelové interakce se ve značné míře intuitivně shodují s nejvýznamnějšími osami z pohledu největší intenzity dopravy.

Čili největších hodnot nabývají spojení mezi Prahou na jedné straně a Brnem, Plzní, Hradcem Králové, Pardubicemi a Ústím nad Labem na druhé straně. Moravskou nejvýznamnější trasou je pak Brno–Olomouc–Ostrava. Naopak nejmenší hodnoty lze sledovat na osách Liberec–Ústí nad Labem–Karlovy Vary a Karlovy Vary–Plzeň–České Budějovice, Ostrava–Zlín. Obecný závěr je možné stanovit tak, že střediska bez napojení na kvalitní infrastrukturu jsou hůře dopravně dostupná.

Ze srovnání jednak hierarchizace os na základě modelové interakce tak dopravní zátěže sítě a umístění krajských sídel vyplývají následující skutečnosti. Na třetí Panevropské dopravní konferenci v r. 1997 v Helsinkách byly definovány transevropské dopravní sítě a multimodální dopravní koridory jak ve středoevropských tak východoevropských státech (6 trasami multimodálních koridorů I. – IX). Česká republika je bezprostředně zapojena do dvou transevropských multimodálních dopravních koridorů – IV. multimodální dopravní koridor transevropské sítě v trase: Berlín–Praha–Brno–Břeclav– Bratislava s větví A IV. Koridoru na trase: Norimberk–Praha a větve B VI. Multimodálního dopravního koridoru v silničním spojení Katovice–Ostrava–Brno, která prochází těžištěm Olomouckého kraje. Největší dopravní intenzitu dopravy pak lze sledovat právě na obou multimodálních koridorech, obzvláště na již dobudovaných kapacitních trasách. Obecně se multimodální koridory ve značné míře shodují s nejvýznamnějšími osami dle gravitačních modelů. Sekundární osy jako Praha–Plzeň a Praha–Liberec jsou výrazně zatížené dopravní tepny s již dobudovanými kapacitními spojeními, podobnou intenzitu má i osa Praha–Hradec Králové. Námi studované osy jako Hradec Králové–Mohelnice–Olomouc na severním úseku od Svitav a Praha–České Budějovice (přes Tábor) jsou taktéž značně zatíženými komunikacemi.

### 6.3) Predikce dopravního toku k roku 2020

Následující podkapitola je zaměřena na predikci změn prostorových interakcí, respektive změnu dopravního toku u vybraných středisek, mezi nimiž díky výstavbě nových komunikací (dálnice D3 a rychlostní silnice R35) dojde ke zkrácení časové vzdálenosti. Predikovaný model dopravního toku pro rok 2020 vycházel ze dvou základních podmínek.

Prvním předpokladem v souvislosti se zprovozněním dálnice D3 a rychlostní silnice R35 je změna v rozložení dopravních toků v modelové síti. Zejména dojde k novým preferencím při volbě nejkratšího spojení na delší vzdálenosti, což se samozřejmě projeví výrazným nárůstem/poklesem hodnot dopravních toků u některých stávajících úseků. Druhým předpokladem (v souvislosti s použitím parametru vlivu vzdálenosti  $b=0,6$ ) je zvyšování dopravní intenzity a snižování významu vzdálenosti středisek jako jeden z hlavních lokalizačních faktorů a s tím související i nárůst kontaktů na delší vzdálenosti. Jelikož časová vzdálenost mezi středisky použitá ve vzorci gravitačního modelu je jediná veličina, jejíž hodnota bude v rámci predikce změněna, bude predikce použitelná pouze pro trasy mezi městy, u nichž během těchto dvou sledovaných období právě dojde k jejím obměnám. Jak již bylo uvedeno výše, změněná časová vzdálenost mezi středisky trasována po nově dostavených komunikacích byla vypočítána na základě průměrné rychlosti 110km/h a 130km/h po zjištění kilometrické vzdálenosti po nových komunikacích. Hodnoty mas středisek respektive parametru vzdálenosti zůstaly při konstrukci predikovaného modelu nepozměněny. Tyto nově upravené časové vzdálenosti mezi vybranými středisky byly opět zahrnuty do konstrukce gravitačního modelu modelových interakcí mezi dvojicemi krajských měst, výsledné interakce byly nakumulovány jak na stávající tak na v budoucnu naplánované trasy. V rámci těchto úprav jsme tedy modelovou interakci trasy Praha–České Budějovice vedli pouze po D3, ostatní zůstaly nezměněny, avšak došlo k jejich časovému přiblížení (čili navýšení modelových interakcí). Vzhledem k dostavěné rychlostní silnici R35 jsme modelové interakce mezi Prahou s Olomoucí a Ostravou, Liberce s Olomoucí, Ostravou a Zlínem, Hradcem Králové se Zlínem a Ústí nad Labem s Olomoucí a Ostravou kumulovali pouze po této komunikaci. Poté jsme opět přistoupili k zhodnocení vzájemného vztahu modelové a reálné interakce a pomocí softwaru SPSS 17 a sestavili rovnici lineární regrese, která vycházela ze vztahu mezi modelovou interakcí v roce 2001 (nezávislá proměnná  $x$ ) a hodnotou dopravního toku v roce 2005 (závislá proměnná  $y$ ), přičemž její tvar byl:  $DI=3341,425+37,340MI$  pro průměrnou rychlost 110 km/h pro průměrnou rychlost 130 km/h pak  $DI=3531,772+34,950MI$ . Dalším krokem postupu bylo vypočítání predikovaných hodnot dopravních intenzit podle výše sestavených rovnic. Čili po dosažení (za nezávislou proměnnou  $x$ ) sumární modelové interakce jednotlivých úseků pro rok 2020 do výše uvedené rovnice jsme získali predikované hodnoty.

Pro co nejlepší přiblížení reality bylo nutné výsledné hodnoty vynásobit odchylkami reálného a modelového toku pro rok 2005 respektive 2001, jejichž hodnoty byly tedy využity pro přesnější predikci. V souvislosti těchto postupů je nutné přijmout předpoklad, že v sledovaném období 2005-2020 nedojde k výraznějším změnám v hodnotách mas středisek. Proto je potřeba na výsledky predikce pohlížet s určitou rezervou.

Tabulka 8: Změna kumulovaných modelových interakcí mezi vybranými dvojicemi středisek po dostavbě R35 a D3 k roku 2020

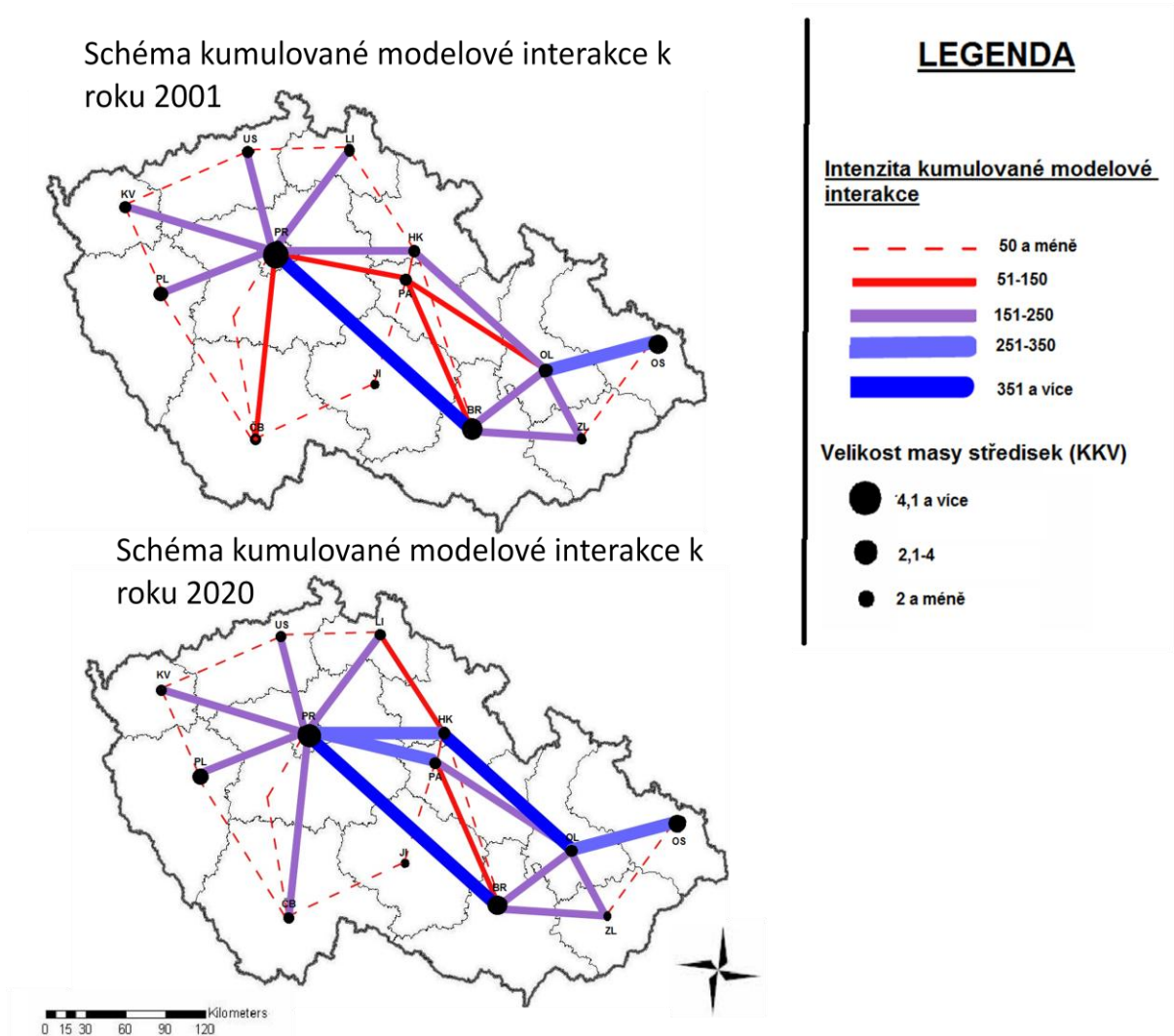
Změna modelových interakcí					
Dvojice krajských měst	MI 2001	MI 2020 (při 110km/h)	MI 2020 (při 130km/h)	Rozdíl MI 2020/MI 2001 (při 110km/h)	Rozdíl MI 2020/MI 2001 (při 130km/h)
Praha – České Budějovice (přes Příbram)	42,576	7,680	7,68	-34,90	-34,90
Brno – Olomouc	423,251	222,935	222,935	-200,32	-200,32
Brno – Zlín	218,801	224,026	226,835	5,22	8,03
Liberec – Hradec Králové	43,285	89,779	99,912	46,49	56,63
Olomouc – Hradec Králové	155,017	376,852	407,008	221,84	251,99
Olomouc – Zlín	218,801	224,026	226,835	5,22	8,03
Ostrava – Olomouc	331,085	347,042	363,317	15,96	32,23
Praha – Brno (od Mirošovic)	688,177	407,025	407,025	-281,15	-281,15
Praha – České Budějovice (přes Tábor)	79,390	114,287	114,287	34,90	34,90
Praha – Hradec Králové	129,836	318,970	338,943	189,13	209,11
Praha – Liberec	187,678	199,745	204,748	12,07	17,07
Praha – Ústí nad Labem	241,994	245,956	251,707	3,96	9,71
Olomouc – Pardubice	94,126	183,248	192,751	89,12	98,63
Praha – Pardubice	138,901	318,970	338,943	180,07	200,04

Zdroj: Hampl (2005), Vlastní výpočty  
Poznámka: MI= modelová interakce

Tabulka 8 vyjadřuje změnu kumulovaných modelových interakcí po dostavbě dálnice D3 a rychlostní silnice R35 mezi vybranými dvojicemi krajských měst. Z výsledků je patrné, že při změně preference tras dochází k rapidnímu nárůstu kumulovaných modelových interakcí mezi námi pozorovanými dvojicemi měst (ve většině případů se jedná o dvojnásobný nárůst interakcí). Naopak pokles zaznamenala dálnice D1 spojující dvojici Praha–Brno–Olomouc a Praha–České Budějovice (přes Příbram).

Proto lze konstatovat, že podle našich výsledků přispěje výstavba rychlostní silnice R35 k nárůstu modelových kontaktů mezi dvojicemi krajských měst Liberec–Hradec Králové, Hradec Králové–Olomouc, Praha–Hradec Králové, Olomouc–Pardubice, Praha–Pardubice.

Obrázek 8: Relace kumulovaných modelových interakcí mezi vybranými dvojicemi krajských měst



Zdroj: Hampl (2005), vlastní výpočty

Tabulka 9: Predikované hodnoty reálných vztahů za rok 2020

Dvojice krajských měst	DI (2005)	yDI (při 110km/h)	yDI (při 130km/h)	Rozdíl 2005/2020 (při 110km/h)	Rozdíl 2005/2020 (při 130km/h)
Praha–České Budějovice (přes Příbram)	8934	3801	3801	-5133	-5133
Brno–Hradec Králové	6506	6543	6544	38	38
Brno–Olomouc	22575	26532	26994	3957	4419
Brno–Zlín	6349	26647	26944	20298	20595
České Budějovice–Jihlava	3228	4193	4194	966	966
Hradec Králové–Pardubice	7288	7634	7634	346	346
Liberec–Hradec Králové	8529	12471	13541	3942	5012
Olomouc–Hradec Králové	8872	42786	45970	33914	37098
Olomouc–Zlín	8405	26647	26944	18242	18539
Ostrava–Olomouc	15558	39638	41357	24080	25799
Ostrava–Zlín	2060	4674	4675	2615	2615
Pardubice–Jihlava	5771	5596	5597	-174	-174
Plzeň–České Budějovice	2125	5439	5439	3314	3314
Plzeň–Karlovy Vary	4307	4790	4791	484	484
Praha–Brno (od Mirošovic)	35200	42846	43972	7646	8772
Praha–České Budějovice (přes Tábor)	9727	15059	15059	5332	5332
Praha–Hradec Králové	12484	36674	38783	24190	26299
Praha–Karlovy Vary	6886	15552	15552	8666	8666
Praha–Liberec	14563	24083	24612	9520	10049
Praha–Plzeň	18324	29039	29039	10715	10715
Praha–Ústí nad Labem	11673	28963	29571	17290	17898
Ústí nad Labem–Karlovy Vary	8375	4060	4061	-4314	-4314
Ústí nad Labem–Liberec	5890	4701	4701	-1189	-1189
Brno–Pardubice	2193	8451	8451	6258	6258
Olomouc–Pardubice	5818	22341	23345	16523	17527
Praha–Pardubice	5643	36674	38782	31031	33140

Zdroj: [www.rsd.cz](http://www.rsd.cz), vlastní výpočty

Poznámka: y= odchylka, DI= dopravní intenzita (sedlo)

Tabulka 9 a obrázek 9 poukazuje na predikované hodnoty reálných vztahů mezi vybranými středisky. Z výsledků je patrné, že výstavba nových komunikací přinese zvýšení/snížení dopravních intenzit (sedel) na sledovaných komunikacích. Podle



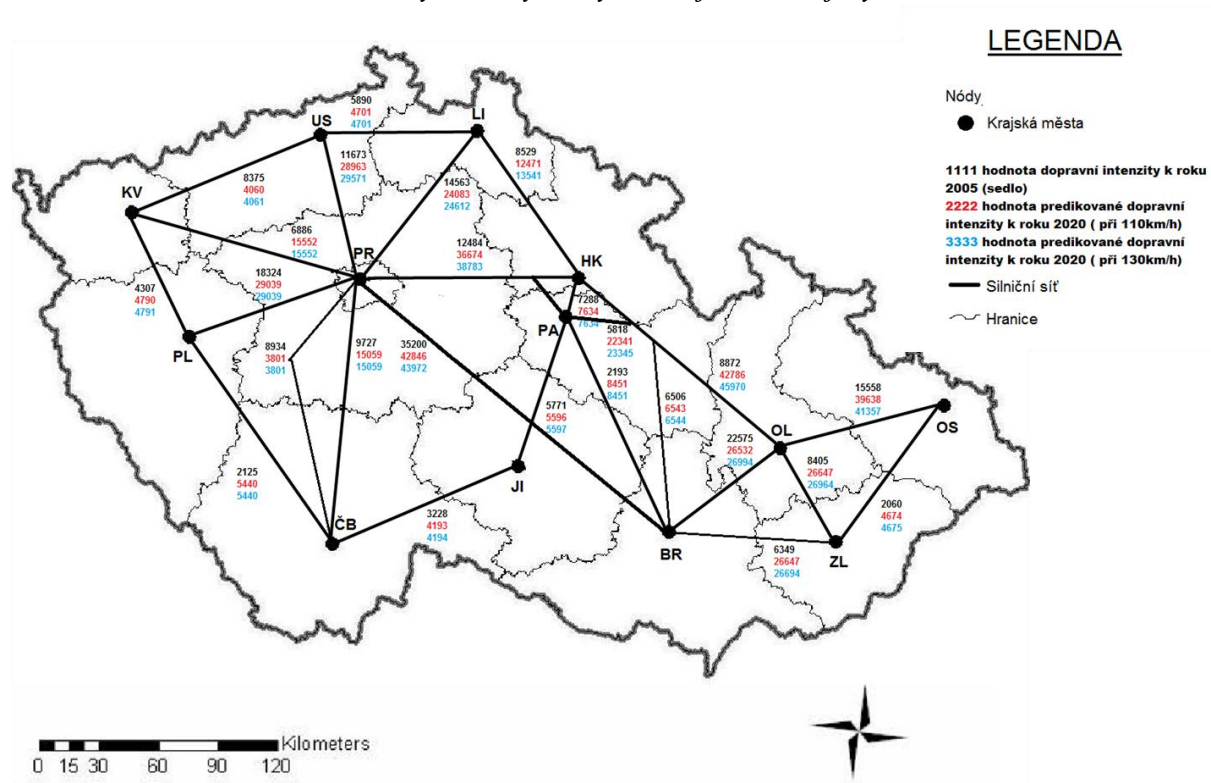
našeho šetření výstavba dálnice D3 přinese rapidní nárůst dopravních kontaktů, jedná se o více než dvojnásobek sedla k roku 2005, čili dojde ke zvýšení dopravní intenzity sedel z 9727 vozidel/24hodin na 15059 vozidel/24hodin mezi Prahou a Českými Budějovicemi. Tento fakt naopak způsobí odklon dopravy z trasového spojení Praha–České Budějovice vedené přes Příbram po R4 a snížení sedla z 8394 na více než polovinu, tedy 3801 vozidel/24 hodin. V rámci výstavby rychlostní silnice R35 podle našich výsledků dojde opět k nárůstu intenzity silniční dopravy v celém jejím úseku od Olomouce přes Hradec Králové až do Liberce.

Nejvyšší nárůst intenzity sedla lze sledovat mezi Olomoucí a Hradcem Králové, kdy dojde k navýšení původní hodnoty 8872 na 42 786 (při zahrnutí průměrné rychlosti 110km/h do šetření), respektive 45 970 (při zahrnutí průměrné rychlosti 130km/h do šetření) vozidel/24hodin. Podobný trend i provází spojení mezi Prahou a Hradcem Králové. I zde dojde ke značnému navýšení intenzity sedla z 12484 na 36674 respektive 38783 vozidel/24hodin. U trasy Liberec–Hradec Králové dojde k navýšení intenzity sedla z 8529 na 12471 (při 110km/h) a 13541 (při 130km/h) vozidel/24hodin. Je potřeba říci, že vzhledem k předpokládanému odklonu dopravních kontaktů z dálnice D1 (ve trase Praha–Brno–Olomouc) na rychlostní silnici R35 dle našeho šetření nedojde k poklesu intenzity dopravy, naopak dochází k narůstajícímu trendu. Tento jev si lze vysvětlit dvěma hlavními faktory. Jako první lze uvést fakt, který způsobuje tendence neustále se zvyšující automobilizace. Jako druhou souvislost lze uvést význam dálnice D1 jako dopravního spojení nejen mezi nejvýznamnějšími městy Česka jako Brna a Prahy, ale i její důležitost pro realizaci dopravních kontaktů mezi ostatními významnými českými městy potažmo zahraničními, pro něž právě dálnice D1 představuje jednu z hlavních prioritních komunikací. Čili nárůst v rámci predikovaného modelu je, ale již není toliko markantní, jako tomu bylo v dřívějších dekádách z důvodu výstavby alternativního spojení severní větve Čech a Moravy díky odklonu dopravy vedenou přes rychlostní silnici R35. Výsledky našeho šetření (predikované hodnoty), respektive funkčnost modelu je možné ověřit za pomoci komparace našich výsledků s prognózovanými hodnotami dopravních intenzit na jednotlivých úsecích rychlostní silnice R35 k roku 2040 a dálnice D3 k roku 2020 (viz výše), jež jsou dostupné na internetových stránkách Ředitelství silnic a dálnic ([www.rsd.cz](http://www.rsd.cz)). V případě úseku Praha–České Budějovice po trase D3 dosahuje prognózovaná hodnota dopravní intenzity 15 000,

přičemž predikovaná hodnota předkládané studie je 15 059. Predikovaná hodnota úseku se pohybuje v závislosti na určitých úsecích od 25 000 do 53 000, v našem případě sedlo dopravní intenzity od 42 786 - 45 970 vozidel/24hodin. Úsek Liberec-Hradec Králové je prognózován v rozmezí od 13 000 – 38 000, naše studie zhodnocuje tento úsek na intenzitu dopravní sedla v intervalu 12 471 – 13 541 vozidel/24hodin.

Je potřeba říci, že odborné studie ŘSD neuvádí, zda se jedná o minimální dopravní intenzitu čili sedlo jako v našem případě, anebo zda se jedná o maximální možné hodnoty dopravních intenzit. V každém případě se hodnoty porovnávaných intervalů ve značné míře shodují, respektive se nijak zvlášť extrémně neodlišují.

Obrázek 9: Predikované intenzity mezi vybranými dvojicemi krajských měst



Zdroj: vlastní výpočty

## 7) ZÁVĚR

Hlavním záměrem poslední kapitoly je shrnutí poznatků získaných výše uvedenými popsány metodickými postupy a jejich utřídění. Dále je posouzena adekvátnost použitých metod a naznačeny možnosti, jakým způsobem by bylo možno postupovat v dalším výzkumu.

Ještě před samotným hodnocením je třeba připomenout obtížnost zvoleného úkolu, která je podmíněna dvěma základními skutečnostmi. Za prvé, datová základna, která hodnotí reálné vztahy/interakce krajských měst použitá v naší studii je dosti omezená. Druhou skutečností představuje existence celého spektra matematických modelů, které můžeme k vymezení a určení interakcí mezi jednotkami použít. Ovšem v souvislosti námi sledovaného souboru sídel a kvantitativních ukazatelů nebyly vůči nim reálné skutečnosti zohledněny v takové míře, aby se dané ukazatele mohly aplikovat při posuzování intenzit námi sledovaných interakcí. Nejzákladnějším cílem předkládané práce bylo modelování prostorových interakcí a jejich následná komparace s reálnými toky mezi vybranými středisky za účelem predikce hodnot při zohlednění plánovaných změn v dopravní síti Česka. Jednalo se především o změny způsobené dobudováním dálnice D3 spojující Prahu a České Budějovice a rychlostní silnici R35 trasovanou po ose Liberec–Hradec Králové–Olomouc. Hlavním metodickým nástrojem použitým pro náš zájem byl gravitační model aplikovaný na příkladu krajských měst České republiky. Modelování prostorových interakcí mezi jednotlivými meziregionálními středisky Česka bylo vztaženo k časovým horizontům, tj. pro rok 2001 z hlediska modelové interakce (mas středisek), rok 2005 byl vztažen vzhledem k reálným vztahům mezi středisky (sedla dopravních intenzit) a k predikci stavu k roku 2020.

Aplikace modelu mezi sledovanými ukazateli reálných a modelových interakcí byla přínosná zejména vzhledem ke kalibraci modelu a také ke vzájemnému zhodnocení těchto toků, přičemž tato šetření posloužila jako hlavní podkladové informace pro následnou predikci reálných toků k roku 2020. Zvolený časový horizont predikce reálných vztahů byl zvolen na základě relativně jistého termínu zprovoznění jak dálnice D3, tak rychlostní silnice R35, jejichž realizace by mohla přispět k novému rozložení silničních zátěží a ovlivnit sílu vztahů mezi středisky. Tento jev je v úzké souvislosti se zkracováním vzdáleností mezi středisky. Jedná se tedy o tzv.

časoprostorovou konvergenci, jejímž jedním z hlavních předpokladů vztažených pro modelaci vztahů je efekt zlepšující se dostupnosti mezi přibližujícími se středisky což se může projevit i efektem nárůstu interakcí mezi nimi. Pro potřeby předkládané práce byla hodnota vzdálenosti mezi středisky počítána jako nejkratší časové spojení po zvolených komunikacích.

Omezení modelu aplikace modelu pouze na nejkratší trasy z hlediska časové vzdálenosti vycházelo z předpokladu, že právě časová vzdálenost je nyní při vývoji interakcí center v prostoru důležitější ve vztahu k intenzitě dopravy. Upřednostnění času se proto opírá o předpoklad, že člověk při dopravě pomocí dopravních prostředků zajímají primárně časové nároky a kilometrická vzdálenost má proto druhotný význam. Dále nebyla zohledněna železniční síť, jelikož se předpokládá, že je méně flexibilní a nepodílí se v takové míře na hierarchizaci sídel (Marada 2003).

Na základě vlastního modelování byly splněny všechny čtyři stanovené cíle, jež korespondovaly se samotným metodickým postupem studie: 1) Byly zjištěny nejkratší časové vzdálenosti mezi jednotlivými dvojicemi krajských měst zahrnutými do modelu k 23.1 .2010; 2) byly zjištěny hodnoty dopravních intenzit (v našem případě sedel) po vybraných komunikacích mezi dotčenými středisky; 3) byla provedena kalibrace modelu ve vztahu mezi modelovými a reálnými toky; 4) na základě zjištěných poznatků byly predikovány hodnoty sledovaných reálných toků při zohlednění plánovaných změn v silniční síti k roku 2020. V souvislosti s uvedenými dílčími cíli studie byly stanoveny čtyři výzkumné hypotézy, které postihují stěženi výsledky modelování prostorových interakcí na příkladu krajských měst:

Nejobecnější hypotézou, která zní: *vyšší modelová interakce mezi středisky odpovídá vyšší intenzitě dopravních kontaktů*. Zvolený způsob hodnocení vstupních hypotéz prostřednictvím korelační analýzy reálných interakcí s modelovými, vypočítanými dle gravitačního modelu, přinesl výsledek, na jehož základě je možné platnost hypotézy přijmout (za použití parametru vzdálenosti  $b=0,6$  je výsledný Pearsonův korelační koeficient = 0,916084, čili jedná se o velice silný vztah závislosti sledovaných ukazatelů). Na základě zjištěných výsledků je také jasně zřejmé, že největší míru vzájemných modelových i reálných interakcí vykazují právě nejvýznamnější střediska českého sídelního systému, respektive se jedná o osu Plzeň–Praha–Brno–Olomouc–Ostrava popřípadě relace mezi Prahou a ostatními krajskými

středisky Čech. Dále jsme předpokládali, že časová vzdálenost je při vývoji interakce center v prostoru důležitější ve vztahu k intenzitě dopravy. Upřednostnění času jsme opřeli o předpoklad, že člověka při dopravě pomocí dopravních prostředků zajímají primárně časové nároky a kilometrická vzdálenost má proto druhotný význam, proto bude modelová interakce dle časové vzdálenosti odpovídat více než z hlediska kilometrické vzdálenosti. S tím částečně souvisí další předpoklad, že menší míru interakce vykazují střediska s horší kvalitou dopravní dostupnosti do ostatních krajských center. I tato hypotéza se potvrdila. Střediska jako Karlovy Vary či Zlín, která nemají dostatečné dálniční napojení, disponují nejdelšími časovými nároky při uskutečňování cest do ostatních krajských středisek. Tento fakt je rovněž typický pro další krajská města, mezi nimiž taktéž není dálniční napojení (např. relace mezi Jihlavou s Českými Budějovicemi, Pardubicemi, Hradcem Králové či osa Karlovy Vary–Ústí nad Labem–Liberec). Vzájemné modelové relace zmíněných měst jsou taktéž nízké intenzity.

Třetí Hypotéza tykající se predikce modelových interakcí k roku 2020 se rovněž potvrdila. Byla založena na předpokladu, že plánované změny v dopravní síti (tj. vzhledem k časové vzdálenosti středisek) po výstavbě rychlostní silnice R35 a D3 přinesou podstatné změny v intenzitě dopravních kontaktů oproti roku 2005. Čili dojde k nárůstu jak modelové interakce, tak dopravní intenzity mezi středisky, pro něž budou nově vystavené komunikace výhodnější z hlediska uskutečňování dopravních cest. Snížení časové vzdálenosti výstavbou dálnice D3 a rychlostních silnic R35 se výrazně projevilo nárůstem modelových interakcí mezi dotčenými středisky, jejichž spojení procházelo právě po těchto nově vystavěných komunikacích. Z výsledků je patrné, že při změně preference tras dochází k rapidnímu nárůstu kumulovaných modelových interakcí mezi námi pozorovanými dvojicemi měst (ve většině případů se jedná o dvojnásobný nárůst interakcí). Ve většině případů sledovaných dvojic krajských měst také došlo k úspoře času stráveného na cestách kolem 30–46 %.

Poslední hypotéza založena na předpokladu, že v důsledku odklonu dopravy z dálnice D1 a R4 na nově preferované severní spojení Čech a Moravy po rychlostní silnici R35, respektive dálnici D3 dojde ke snížení, či omezení nárůstu intenzity dopravních kontaktů vedených po těchto komunikacích se opět ratifikovala. Uvedením dálnice D3 do provozu se výrazně přispělo k redistribuci dopravních intenzit na sledovaných komunikacích. Došlo především k oslabení západní větve Praha–České Budějovice

(snížení téměř o jednu polovinu silničních kontaktů) vedené přes Příbram a naopak k zintenzivnění kontaktů vedených po dálnici D3 (nárůst dopravních kontaktů o dvě třetiny).

Podobný efekt byl potvrzen u rychlostní silnice R35, kde došlo ke značnému nárůstu dopravních kontaktů především mezi Hradcem Králové a Olomoucí (až pětinasobné navýšení) a Libercem, či Prahou s Hradcem Králové (až trojnásobné navýšení) a ke snížení intenzity nárůstu dopravních kontaktů vedených po dálnici D1.

Za pomoci zvolených reálných a modelových interakčních ukazatelů bylo možné vymezit konkrétněji některá méně či více významná střediska českého sídelního systému. Obecně platí, že střediska s menší významností sledovaných vztahů se vyznačují vzdálenější polohou vůči většině center, malým počtem obyvatel, nízkou intenzitou modelových interakcí a nižšími hodnotami dopravních intenzit se sousedními centry. Se samotným růstem vlivu střediska se zvyšuje i jeho rozsah interakcí s ostatními středisky. V souvislosti s polycentrickou strukturou regionálních center Česka jsou podmínky příznivější na Moravě, zatímco v Čechách, vyjma dvojice regionálních center Hradec Králové-Pardubice jsou všechna regionální střediska orientována zejména na Prahu.

Na základě výše uvedených důvodů a závěrečných stanovisek je oprávněné se domnívat, že vstupní hypotézy jsou správně formulované a závěry této práce umožňují jejich přijetí. Avšak musíme připomenout, že základním východiskem celé práce je užití obecného gravitačního modelu, jehož nevýhodou je zkreslování reality ovlivněné výběrem posuzovaných středisek, trasováním jejich spojení a dalšími faktory, které v některých situacích vycházeli ze subjektivního uvažování autora.

Studium interakcí mezi středisky je i v současnosti pro geografii nevyčerpaným tématem. S každou novou prací se objevují nové poznatky i další otázky. Na základě zvolených důvodů lze také diskutovat vhodnost použitých metodologických postupů práce. Do studie mohli být zahrnuti i jiné plánované výstavby nových komunikací, popřípadě i ostatní významná střediska českého sídelního systému či další významná zahraniční centra, jež jsou v úzkém kontaktu s některými českými středisky. Existují pochopitelně i jiné charakteristiky, které nejsou v této práci použity (vyjížděka do zaměstnání, pracovní populaci potenciál, frekvence spojů hromadné dopravy apod.).

Budoucí výzkum by se mohl zaměřit na souvislost výstavby nových komunikací společně s regionálním rozvojem (Přinese nová infrastruktura rozvoj ekonomického potenciálu střediska/regionu? Podporují nové komunikace kooperaci nebo naopak konkurenci center?). Tyto výsledky by mohly být ve značné míře přínosné pro volbu vhodných nástrojů regionální politiky a následný rozvoj slabších územních celků.

## 8) LITERATURA

BARTOŠ, L., MARTOLOS, J. (2008): Aktualizace prognózy dopravních výkonů automobilové dopravy do roku 2040, *Dopravní inženýrství* 1/2008

BERGSTRAND, JEFFREY H. (1985): The Gravity Equation in International Trade: Some Microeconomic Foundations and Empirical Evidence. *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 67, č. 3. S 471-484.

BLACK, W., R. (2003): *Transportation: a geographical analysis*. The Guilford Press, New York, 375 s.

BLAŽEK, J., UHLÍŘ, D. (2002): *Teorie regionálního rozvoje. Nástin, kritika, klasifikace*. Karolinum, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 211 s.

BRINKE, J. (1999): *Úvod do geografie dopravy*. Karolinum, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 112 s.

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

CARUSO, R. (2003) "The impact of International Economic Sanctions on Trade. An Empirical Analysis.", *Peace Economics, Peace Science and Public Policy*, vol.9, no.2.

ČADKOVÁ, B., KRÁSNÝ, T. (1985): Příspěvek k modelovému vymezení spádu do středisek občanské vybavenosti. *Sborník ČSGS*, 90, č. 4, *Československá geografická společnost*, Praha, s. 269–278.

DOKOUPIL, A. (2008): *Spádovost za službami ve vybraném mikroregionu*. Diplomová práce. Masarykova univerzita Ekonomicko-správní fakulta, Brno 70s.

GIELISEE, I.E. (1998): *Transport Infrastructure and Regional Development: Case study on the Prague Region*. Výzkumná zpráva, Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PřF UK v Praze, Praha, 71 s. rkp.

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.

HAGGETT, P. (2001): *Geography – A Global Synthesis*. Prentice Hall, London, 833 s.

HAMPL, M. (2004): Současný vývoj geografické organizace a změny v dojížděcí za prací a do škol v Česku. *Geografie – Sborník ČGS*, 109, č. 3, Česká geografická společnost, Praha, s. 205–222.

HAMPL, M. (2005): *Geografická organizace společnosti v České republice: transformační procesy a jejich obecný kontext*. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PřF UK v Praze, Praha, 147 s.

HAMPL, M. a kol. (1996): *Geografická organizace společnosti a transformační procesy v České republice*. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 395 s.

HAMPL, M., GARDAVSKÝ, V., KÜHNEL, K. (1987): *Regionální struktura a vývoj systému osídlení ČSR*. Univerzita Karlova, Praha, 255 s.

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.

HLAVIČKA, V. (1993): Teoretická východiska a souvislosti konstrukce gravitačních modelů v geografii. *Sborník ČGS*, 98, č. 1, Česká geografická společnost, Praha, s. 34–43.

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.

CHMELÍK, J. (2008): Modelování prostorových interakcí na příkladu Ostravska. Diplomová práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PřF UK v Praze, Praha, 112 s.

CHMELÍK, J., KVĚTOŇ, V., MARADA, M. (2009): Analýza dopravních vztahů mezi krajskými městy Česka na základě nabídky a poptávky po železniční dopravě. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PřF UK v Praze. Recenzovaný sborník k semináři Telč 2009, 92 s. Dostupné z: [http://www.transporteconomics.eu/system/files/Sbornik\\_Tel%C4%8D\\_2009.pdf](http://www.transporteconomics.eu/system/files/Sbornik_Tel%C4%8D_2009.pdf)

ISARD, W. (1969): Location and Space-economy: A general Theory Relating to Industria Areas, Land Use, Trade and Urban Structure. MIT, Cambridge, 6th ed., 350 s.

ISARD, W. (1998a): Gravity and spatial interaction models. In: Isard, W. et al.: Methods of interregional and regional analysis. Ashgate Publishing Limited, Aldershot, s. 243–279.

ISARD, W. et al. (1998b): : Methods of interregional and regional analysis. Ashgate Publishing Limited, Aldershot, 490 s.

JALOVEC, A. (1995): Geografické aspekty rozvoje dálniční sítě v České republice. Diplomová práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PřF UK v Praze, Praha, 114 s.

JOHNSTON, R. J., GREGORY, D., PRATT, G., WATTS, M. (eds.) (2000): The Dictionary of Human Geography. 4th ed., Blackwell, Oxford, 958 s.

KUDRNKA, J. Silnice v Československu, Federální ministerstvo dopravy, Praha, 112 s.

KÜHNL, K. (1975): Příspěvek k poznání významu vzdálenosti v migračním pohybu obyvatelstva. Acta Universitatis Carolinae Geographica, X, č. 1–2, PřF UK, Praha, s. 101–114.

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

MÁČA, V., ŠKOPKOVÁ, H., BRZOBOHATÝ, T., (2008) *Efekty zavedení výkonového zpoplatnění dopravy*, Centrum pro otázky životního prostředí, UK v Praze, Praha, 21 s., Dostupné z [http://www.dopravnifederace.cz/\\_files/file/Efekty\\_zavedeni\\_CUKZP.pdf](http://www.dopravnifederace.cz/_files/file/Efekty_zavedeni_CUKZP.pdf)

MARADA, M. (2003): *Dopravní hierarchie středisek v Česku: vztah k organizaci osídlení*. Dizertační 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, České Budějovice, s. 169–174. Dostupné z [www: \[http://www.geografiedopravy.cz/dwnl/dopravni\\_poloha\\_stredisek.pdf](http://www.geografiedopravy.cz/dwnl/dopravni_poloha_stredisek.pdf) – 25. 5. 2010].

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, s. 432–431. Dostupné z [www: \[http://www.geografiedopravy.cz/dwnl/vyznam\\_dopravni\\_obslužnosti.pdf](http://www.geografiedopravy.cz/dwnl/vyznam_dopravni_obslužnosti.pdf) – 25. 5. 2010].

MARADA, M., KVĚTOŇ, V., VONDRÁČKOVÁ, P. (2006): *Železniční doprava jako faktor regionálního rozvoje*. *Národohospodářský obzor*, VI, č. 4, Fakulta ekonomicko-správní, Masarykova univerzita v Brně, Brno, s. 51–59.

MARYÁŠ, J., ŘEHÁK, S., VYSTOUPIL, J., MLÁDEK, J. (2001): *Ekonomická geografie I. Skriptum*, Brno, Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta, 1995, 138 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. <http://www.geografiedopravy>.

MUSIL, J. (1987): Po stezkách k dálnicím : kapitoly z dějin silnic, silničních dopravních prostředků a silničního stavitelství , Nakladatelství dopravy a spojů, Praha, 213 s.

PAULOV, J. (1993): Entropia v urbánnej a regionálnej analýze: konceptuálny rámec a základy aplikácie. *Geographia Slovaca*, č. 2, Geografický ústav SAV, Bratislava, 70 s.

PAVLÍK, Z., KÜHNEL, K. (1982): Úvod do kvantitativních metod pro geografii. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 267 s.

POTRYKOWSKI, M., TAYLOR, Z. (1982): Geografia transportu. Zarys problemów, modeli i metod badawczych. Państwowe wydawnictwo naukowe, Warszawa, 268 s.

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

RÖLC, R. (2004): Hierarchie osídlení a dopravní systémy: specifika měřítkové diferenciace na příkladě České republiky. Dizertační práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PřF UK v Praze, Praha, 116 s.

ŘEHÁK, S. (1992): Sídelně 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.
- ŘEHÁK, S., HALÁS, M., KLAPKA, P. (2009): Několik poznámek k možnostem aplikace Reillyho modelu. In: Geographia Moravica 1. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, s. 47-58.
- SAZAMOVÁ, M. (1984): Geografické aspekty vlivu dálnice na osídlení, hospodářství a krajinu v ČSSR. Diplomová práce. Katedra ekonomické a regionální geografie PřF UK v Praze, Praha, 86 s.
- TAAFFE, E., J., GAUTHIER, H., L. (1973): Geography of Transportation. Prentice-Hall Inc., New Jersey, 226 s.
- 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.
- VICKERMAN, R.W. (1991a): Other Regions' Infrastructure in a Region's Development, In: Vickerman, R.W. (ed.): Infrastructure and Regional Development. European Research in Regional Science, vol. 1. Pion, London, s. 61–74.
- VICKERMAN, R.W. (ed.) (1991b): Infrastructure and Regional Development. European Research in Regional Science, vol. 1. Pion, London, 209 s.
- 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.
- VONDRÁČKOVÁ, P. (2006): Vliv dálnice D8 na regionální rozvoj: Percepce veřejnou správou, obyvateli a firmami. Diplomová práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PřF UK v Praze, Praha, 87 s.

ZELENKA, J. (2008): Hodnocení interakcí mezi krajskými městy. Bakalářská práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PřF UK v Praze, Praha, 48 s.

ZVÁRA, K. (2001): Biostatistika, Karolinum, Praha, 210 stran.

## **PRAMENY A PODKLADOVÉ MATERIÁLY**

Výsledky celostátního sčítání dopravy na silniční a dálniční síti ČR v roce 2005 [http://www.scitani2005.rsd.cz/start.htm – 10. 2. 2008].

Výsledky sčítání dopravy na silniční a dálniční síti ČR v roce 2000 [http://www.rsd.cz/doprava/scitani\_2000/start.htm – 10. 2. 2008].

[www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) – elektronický plánovač tras

[www.czso.cz](http://www.czso.cz) – internetové stránky Českého statistického úřadu

[www.mdr.cz](http://www.mdr.cz) – internetové stránky Ministerstva dopravy ČR

[www.rsd.cz](http://www.rsd.cz) – internetové stránky Ředitelství silnic a dálnic

<http://gis.zcu.cz/> – internetová stránka ZČU v Plzni

[www.iri.cz](http://www.iri.cz) – internetová stránka Institutu regionálních informací

Další internetové odkazy:

[http://www.zpravodaj.ceskatrebova.cz/2008/8\\_08web/R35\\_MFD.htm](http://www.zpravodaj.ceskatrebova.cz/2008/8_08web/R35_MFD.htm)

<http://www.r35.ecn.cz/index2.php?pg=r35info&sec=obc>

<http://www.ceskedalnice.cz/rychlostni-silnice/r35>

<http://www.rokytno.cz/?id=r35>

<http://www.dalniceza20let.cz/R35.html>

## PŘÍLOHY

*Příloha 1: Dopravní intenzita (počet vozidel/24h) na sledovaných úsecích mezi krajskými městy za rok 2000 (sedla)*

*Příloha 2: Dopravní intenzita (počet vozidel/24h) na sledovaných úsecích mezi krajskými městy za rok 2005 (sedla)*

*Příloha 3: Dopravní intenzita (počet vozidel/24h) na sledovaných úsecích mezi krajskými městy za rok 1991 (sedla)*

*Příloha 4: Modelové interakce dle gravitačního modelu  $I_{ij}=M_i*M_j/d_{ij}^{0,6}$  za rok 2001 (dle časové dostupnosti)*

*Příloha 5: Predikované modelové interakce dle gravitačního modelu  $I_{ij}=M_i*M_j/d_{ij}^{0,6}$  za rok 2020 (dle časové dostupnosti)*