

Vysoká škola ekonomická v Praze
Národohospodářská fakulta

Hlavní specializace: Ekonomická analýza



**Estimace determinant poptávky
po příměstské vlakové dopravě
v České republice**

diplomová práce

Autor: Petr Mlčkovský

Vedoucí práce: Ing. Jan Zouhar, Ph.D.

Rok: 2012

Prohlašuji na svou čest, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a s použitím uvedené literatury.

Petr Mlčkovský

V Praze, dne 15. 8. 2012

Poděkování:

Na tomto místě bych chtěl poděkovat svému vedoucímu, Ing. Janu Zouharovi, Ph.D., za profesionální přístup a cenné rady při zpracování této diplomové práce. Poděkování také patří některým zaměstnancům ČD, a.s., KCOD Liberec a zástupcům krajských organizátorů dopravy.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá analýzou železniční poptávky a jejích determinant v kontextu krajské železniční přepravy v České republice a Pražské příměstské železnici. Zvláštní pozornost je věnována zkoumání vlivu nových vlaků na poptávku na vybrané trati Jizerskohorské železnice. V jednotlivých modelech je užito metody fixních efektů a difference-in-differences estimátoru. Analýzou panelových dat, v souladu s ostatními studiemi, byl zjištěn krátkodobě neelastický charakter poptávky. Pro zvýšení tržeb na železnici je třeba rozlišovat mezi skupinou závislých a příležitostných cestujících, jejichž elasticity jsou odlišné. Efekt nákupu nového vlaku může být významný, především na méně frekventovaných tratích s větším podílem individuální automobilové přepravy.

Abstract

This thesis analyzes railway demand and its determinants in the context of regional railway passenger transport in the Czech Republic and Prague suburban railway system. Special attention is devoted to examining the impact of new trains on the demand for the selected route of Jizerskohorské Railway. In particular models, I utilize as estimation procedure and difference-in-differences estimator. Panel data analysis found, in line with other published studies, short-run inelastic nature of demand. In order to increase revenue to railway operator, one must distinguish between a group of dependent and discretionary riders whose elasticity is different. Effect of buying new trains can be substantial, especially on less frequented routes with a greater proportion of private car holders.

JEL klasifikace / JEL Classification: C31, R41, R48

Klíčková slova: Poptávka, železnice, elasticita, České dráhy

Keywords: Demand, railway, elasticity, Czech Railways

Obsah

1	Charakteristika železniční přepravy	2
1.1	Hlavní vývojové trendy	2
1.2	Integrovaný dopravní systém	4
1.3	Subjekty IDS	6
1.4	Ekonomická teorie poptávky v kontextu železniční přepravy	8
1.5	Koncept elasticit	10
1.6	Přehled literatury	12
2	Determinanty poptávky po krajské železniční přepravě	14
2.1	Model	14
2.2	Data	20
2.3	Metoda odhadu a ekonometrický model	22
2.4	Výsledky, interpretace a verifikace	25
3	Determinanty poptávky po Pražské integrované dopravě	30
3.1	Kontext PID	30
3.2	Nabídka	32
3.3	Poptávka	35
3.4	Proměnné	35
3.5	Data	42
3.6	Metoda odhadu a ekonometrický model	44
3.7	Výsledky a interpretace	44
4	Vliv nasazení vlaků Stadler na poptávku po Jizerskohorské železnici	48
4.1	Kontext	49
4.1.1	Data	49
4.1.2	Metodologie	50
4.2	Výsledky odhadu	54
5	Závěr	56
A	Železniční mapa PID	60
B	Oběh hnacího vozidla	61
C	Základní přehled vlaků	62

Seznam obrázků

1	Počty přepravených cestujících na železnici v IDS a celkem	4
2	Počty cestujících na železnici v jednotlivých krajích ČR	15
3	Utilizace a řady hnacích vozidel dle jednotlivých tratí	34
4	Poptávka dle jednotlivých tratí	36
5	Rozložení poptávky po železnici během průměrného pracovního dne . . .	37
6	Rozložení poptávky dle vybraných produktů	38
7	Průměrná míra nezaměstnanosti pro CG, TG, města Liberec a Frýdlant .	52
8	Meziroční rozložení poptávky pro TG a CG	53
9	Železniční mapa PID	60
10	Oběh hnacího vozidla	61
11	Základní přehled vlaků	62

Seznam tabulek

1	Mezioborové srovnání přepravních výkonů osobní dopravy	3
2	Kontrolní proměnné modelu	16
3	Statistický popis použitých dat	21
4	Výsledky odhadu	28
5	Cestující v PID dle jednotlivých modů (tis.)	31
6	Přehled železničních tratí PID	33
7	Kategorie jízdného a metodika výpočtu ceny	39
8	Statistický popis použitých dat	43
9	Výsledky odhadu	45
10	Výsledky odhadu	47
11	Statistický popis použitých dat	50
12	Výsledky odhadu	54

Úvod

Nezpochybnitelná úloha železnice na přepravním trhu se v posledních letech stále více dostává do popředí zájmu v očích veřejnosti. Restrukturalizace železnice a modernizace vozového parku přispívají ke zvyšování atraktivity pro pravidelné i příležitostné cestující, kteří v železnici vidí bezpečný, komfortní a cenově dostupný mód dopravy, konkurující čím dál tím více individuální automobilové přepravě.

Tato práce si klade za cíl určit a následně změřit faktory určující poptávku po příměstské železniční přepravě. Inspirace zahraniční literaturou může být jen částečná. Většina autorů (Litman, 2011, Goodwin, 1992 a další) se zabývá dopravními elasticitami mezi různými mody přepravy a cenovými elasticitami pestrých kategorií jízdného, avšak málo prostoru je věnováno analýze poptávky s ohledem na variabilitu a kvalitu nabídky.

Užitím originálních datových zdrojů jsou postupně estimovány tři modely, z nichž každý zkoumá problematiku poptávky z jiné perspektivy.

Motivací této práce je snaha vyplnit mezeru v empirickém přístupu k poptávce po železniční přepravě v České republice a poukázat na některé možnosti přístupu k analýze dosud nevyužívaných dat.

Struktura této práce je organizována do čtyř částí následujícím způsobem. První kapitola přiblíží specifické charakteristiky železnice, vysvětlí základní pojmy, stručně shrne ekonomickou teorii poptávky a koncept elasticit, přehled literatury a popíše úlohu klíčových účastníků na železničním trhu s důrazem na integrované dopravní systémy. Druhá kapitola představuje agregovaný model poptávky po železniční přepravě v krajích České republiky. V třetí kapitole je estimován model, charakteristický větší mírou granularity dat, poptávky po příměstské vlakové dopravě v Pražské integrované dopravě a poslední, čtvrtá kapitola, měří efekt zakoupení nových vlaků na zvýšenou poptávku po železnici na trati Jizerskohorské železnice.

1 Charakteristika železniční přepravy

1.1 Hlavní vývojové trendy

*Železniční doprava*¹ je odvětvím, pro které je charakteristický vysoký podíl fixních nákladů v podobě vozového parku, rozsáhlé sítě železniční dopravní cesty a doplňující infrastruktury, velkého počtu specializovaných správkáren a materiálově náročných dep kolejových vozidel (DKV). S železniční sítí o délce 9469 km zaujímá Česká republika hned za Německem druhé místo v hustotě tratí/100 km².

Za hlavní přednosti železniční dopravy můžeme zmínit především její vysokou kapacitu míst k sezení (dána řazením konkrétních jednotek či přípojných vozů), jenž je omezena prakticky jen délkou nástupišť. Nejkapacitnější vlaky jsou nasazovány na tratích s největšími přepravními proudy a nabízejí až 800 míst k sezení.

V souvislosti se železnicí se často hovoří o přirozeném monopolu. Přirozený monopol vzniká tam, kde dochází k minimalizaci nákladů koncentrací produkce do jediné firmy a k vysokým úsporám z rozsahu. Nákladová funkce přirozeného monopolu je subaditivní ve výstupu y , pokud

$$C(y^1 + y^2) < C(y^1) + C(y^2)$$

kde výraz na levé straně znamená součet nákladů celé produkce v jedné firmě a výrazy na pravé straně představují náklady produkci v každé firmě zvlášť (Gravelle–Rees, 2004, str. 136–137). Z nákladového hlediska je tedy výhodnější koncentrovat produkci do jedné firmy než ji rozdělovat do více firem. V takovém případě může na trhu vzniknout jediná firma, přirozený monopol, která může zajišťovat celý objem produkce daného zboží pro celý trh. Taková situace přirozeně sama o sobě vytváří bariéry vstupu do odvětví.²

Od roku 1827, kdy došlo ke zprovoznění první koněspřežné dráhy z Českých Budějovic do Lince, prošla železniční doprava a přeprava revolučním obdobím, během kterého si vybudovala významnou pozici. Od 2. poloviny 19. století začalo narůstat tempo rozšiřování délky železničních tratí, což ještě více urychlilo proces urbanizace, růst ekonomické úrovně dráhou obsluhovaných míst, a dále zvyšovalo atraktivitu železnice vůči ostatním modům dopravy. Takto započatý proces a konkurenční výhoda železnice se postupně začaly zpomalovat díky nárůstu automobilové dopravy v 2. polovině 20. století.

V České republice byl efekt *urbanizace* patrný v počátku 90. let³, kdy mzdové dife-

¹V české legislativě upravena zákonem č.266/1994 Sb., o dráhách, ve znění pozdějších předpisů, zákonem č. 77/2002 Sb., o vzniku akciové společnosti České dráhy, státní organizaci Správa železniční dopravní cesty

²Například neposkytnutí přístupu konkurenci na vlastní železniční dopravní cestu, kdy raději nová firma na trh nevstoupí a vyhne se kapitálově náročnému budování duplicitní infrastruktury.

³Štěrbá(2005)

rence mezi venkovem a městy motivovaly obyvatelstvo k migraci za lépe placenou práci do velkých měst. *Deurbanizace*, jako proces opačný, spočívá ve vysídlování centra města na úkor příměstských oblastí, odkud lidé za práci do města dojíždějí. *Suburbanizace* spočívá v rozvoji předměstských oblastí na úkor centra. V současné době jsme pravděpodobně svědky společného procesu suburbanizace a deurbanizace, přičemž jednoznačnou distinkci mezi nimi nelze lehce určit. Mezi poslední kategorii vývoje aglomerace řadíme *reurbanizaci*, během které se plně integrují příměstské oblasti s centrem.

Všechny výše zmíněné urbanizační trendy zvyšují nároky na dojížďku či vyjížďku obyvatel za prací, čímž dochází k nárůstu přepravních proudů, které, společně s poklesem průměrné obsazenosti osobních automobilů, přetěžují silniční infrastrukturu a vznikají kongesce, díky kterým se výrazně prodlužuje délka automobilové přepravy a zvyšuje se konkurenceschopnost ostatních modů přepravy ve prospěch městské hromadné dopravy a městské a příměstské železniční dopravy.

Možným přístupem k řešení těchto trendů je koncept integrovaných dopravních systémů (IDS), které díky výraznému nárůstu počtu přepravených cestujících na železničním trhu zaujímají v posledních letech stále významnější úlohu a je velmi pravděpodobné, že takto nastolený směr bude s rozšiřováním IDS nadále pokračovat.⁴ Vývoj železničního trhu z pohledu přepravy cestujících je zachycen v grafu, z kterého je patrný pokles cestujících na celé železniční síti. Na druhou stranu narůstá průměrná přepravní vzdálenost cestujících na železnici definovaná jako poměr oskm/počtu jízdy.⁵ Kontinuální nárůst počtu cestujících v IDS je dán i rostoucím podílem zaintegrovanych tratí v ČR.

Význam objemu přepravy cestujících na železnici v multimodálním srovnání v posledních čtyřech letech zobrazuje následující tabulka.

Tabulka 1: Mezioborové srovnání přepravních výkonů osobní dopravy

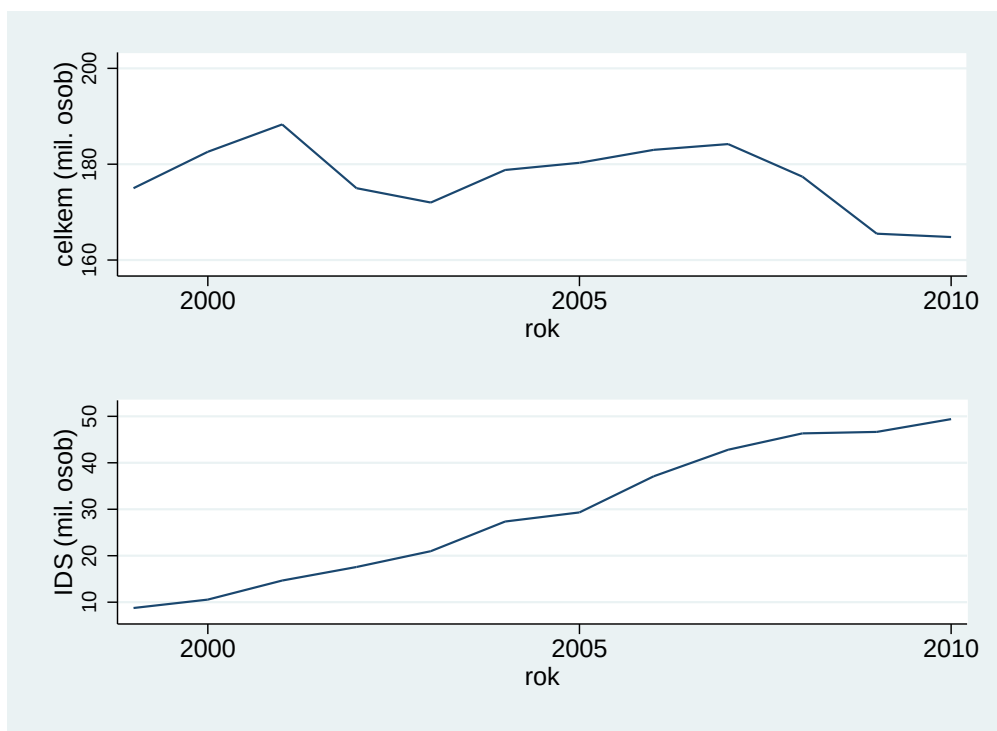
	2007	2008	2009	2010
Přeprava cestujících celkem (mil.)	5045.7	5132.6	5043.1	4784.6
Železniční doprava	184.2	177.4	165	164.8
Autobusová doprava	375	373.4	367.6	381.2
Letecká doprava	7	7.2	7.4	7.5
Vnitrozemská vodní doprava	1.1	0.9	1.2	0.9
Městská hromadná doprava	2258.4	2323.8	2262	2260.3

Zdroj: Ročenka dopravy 2010

⁴IDS explicitně formulují svůj cíl, kterým je jejich rozšíření na celém území krajů.

⁵Osobokilometr představuje přepravu jedné osoby v osobní dopravě na vzdálenost jednoho kilometru

Obrázek 1: Počty přepravených cestujících na železnici v IDS a celkem



Zdroj: Ročenka dopravy České republiky 2010, 2003, data ČD, a.s.

1.2 Integrovaný dopravní systém

Z předchozí kapitoly vyplývá, že vznik IDS je přirozenou reakcí na nárůst automobilové přepravy.

Integrovaný dopravní systém představuje „koordinované zabezpečování osobní dopravy v určitém území nebo mezi určitými místy součinností více dopravců užívajících různé technologie dopravy. V IDS dochází ke sdružování subjektů zodpovědných za zajištění dopravní obsluhy – tedy obcí a krajů.“⁶

Účelem IDS je optimalizace a koordinace přístupu k dopravní obslužnosti daného území prostřednictvím neustálého zlepšování návazností mezi všemi mody dopravy (metro, autobusy, tramvaje a železnice), rušení paralelních souběhů autobusů na vybraných železničních relacích⁷, vytvoření unifikovaného informačního systému, zvyšování kvality

⁶Štěrba (2005, str. 46)

⁷Mnohdy díky tzv. souběžnému vedení spojů dochází k duplicitnímu financování a plýtvání veřejnými zdroji.

dopravních prostředků, zkracování doby přepravy a sjednocování přepravních a tarifních podmínek mezi dopravci, s hlavním důrazem na minimalizaci automobilové přepravy.

Zájem o IDS zmiňuje i strategický dokument *Dopravní politika ČR pro léta 2005-2013*, v podobě specifického cíle: „Rozšiřovat územní působnost a funkčnost IDS (včetně metodické podpory zlepšení řízení a koordinací činností mezi druhy dopravy); pokračovat v legislativní podpoře vzniku a zlepšování funkčnosti IDS.“⁸

Při nekoordinovaném přístupu dochází k situacím, kdy dopravu zajišťuje několik subjektů, přičemž každý upíná svou pozornost na nejfrekventovanější tratě (tzv. *cherry picking*), má jinou tarifní strukturu⁹ ve které se cestující špatně orientují a určité destinace nemusí být vůbec dopravci z důvodu neatraktivnosti obsluhovány. Aby byla zajištěna základní dopravní obslužnost území daného kraje, uzavírají kraje s dopravci smlouvy o závazku poskytování veřejné služby, za což jsou kompenzováni v podobě prokazatelné ztráty.¹⁰

V současné době existuje v České republice deset integrovaných dopravních systémů, z nichž nejstarší, Pražská integrovaná doprava (PID), vznikl v roce 1994 a nejmladší, Integrovaný dopravní systém Libereckého kraje (IDOL) od roku 2009. Společně s tím, jak v čase vznikaly nové IDS, se zvyšoval i podíl zaintegrovaných železničních tratí na současných 40 % ze všech tratí na železniční síti. Za plně integrovaný můžeme označit Liberecký a Karlovarský kraj, přičemž v blízké budoucnosti můžeme očekávat plnou integraci ve všech krajích České republiky.

Z pohledu železničního dopravce, v našem případě Českých drah, a.s., mohou být s procesem integrace spojeny, kromě pozitivních efektů díky zvýšenému počtu cestujících, i negativa v podobě ztráty, plynoucí z difference mezi tarifem Českých drah (TR10) a tarifem IDS, který je zpravidla výhodnější pro cestující a pro ČD představuje úbytek tržeb, někdy označovaný jako *tarifní ztráta*. V takové situaci vyvstane otázka, zda-li je vůbec efekt IDS pro dopravce výhodný či nikoli. V současné době dochází spíše k pomalému uzavírání pomyslných „tarifních nůžek“ ve prospěch národního železničního dopravce.

⁸Dopravní politika České republiky pro léta 2005-2013, str. 22.

⁹V ČR je tarifní nabídka mezi jednotlivými IDS velmi heterogenní. Každé IDS má svá specifika, rozdílný počet tarifních pásem a tarifních zón, rozdílné představy o konceptu dopravy.

¹⁰Vyhláška Ministerstva dopravy č.241/2005 Sb., kterou se upravuje prokazatelná ztráta ve veřejné linkové dopravě, zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě.

1.3 Subjekty IDS

Základní literatura¹¹ se zmiňuje o čtyřech významných subjektech IDS, kterými jsou cestující, objednatelé, organizátoři dopravy, dopravci. Avšak pro analýzu determinant poptávky je důležité porozumět i ostatním subjektům, mezi kterými zmiňme především Správu železniční dopravní cesty (SŽDC).

Klíčovým segmentem, na který cílí nabídka IDS je skupina cestujících.¹² *Cestující* představují ekonomické subjekty, kteří se vzhledem ke svému rozpočtovému omezení snaží maximalizovat svou ordinální užitkovou funkci a současně minimalizovat výdaje¹³ na přemístění, které mohou být peněžního či nepeněžního charakteru, při nezměněné funkci užitku. Příkladem peněžního výdaje může být nákup pohonných hmot do automobilu, měsíční jízdné v MHD či jednorázový nákup jednotlivého jízdného ve vlaku. Mezi nepeněžní náklady můžeme zařadit například dobu čekání na přípojový spoj, čas strávený v dopravní zácpě či nepohodlí v přeplněném vlaku jedoucím v ranní špičce. Alespoň částečně pochopit faktory působící na rozhodování cestujících je jedním z cílů této práce.

Druhou skupinu subjektů tvoří *objednatelé dopravy*, kterými jsou jednotlivé kraje, obce, města a Ministerstvo dopravy. Objednatelé formulují své představy¹⁴ o množství nabízené dopravy, kterou poté objednají u ostatních dopravců. V působnosti krajů je počet objednaných vlaků regionální dopravy v kategorii osobní a spěšné (Os, Sp), kategorie vlaků dálkové dopravy rychlík a expres (R, Ex) objednává Ministerstvo dopravy. Ostatní vlaky pod identity SC, IC a EC provozuje dopravce na své vlastní riziko. Výdaje objednatelů na dopravu představují výrazné části jejich daňových příjmů.¹⁵ Kraje a jejich představitelé mají výrazné rozhodovací pravomoci nejen o objemu přepravy, ale také ve vztahu k tarifu MHD a daného IDS. Často jsou ve svém rozhodování o cenotvorbě svázány politickým cyklem a přízní voličů, a tak svým nekonáním přispívají k rigiditě cen, mnohdy i několikaleté, které nejsou správným nositelem informací.

Každý IDS má svého *organizátora dopravy*. Předmětem jeho činnosti je zejména: koordinace jízdních řádů všech dopravců (primárně železničních a autobusových), uzavírání smluv s dopravci, tvorba jednotných přepravních podmínek, tarifního a informačního systému, podpora rozhodování příslušného kraje v otázkách plánování dopravy,

¹¹Štěrba (2005)

¹²Podrobnější popis chování spotřebitele (cestujícího) bude proveden v následující kapitole.

¹³V mikroekonomické teorii spotřebitele hovoříme o tzv. dualitě.

¹⁴Od roku 2005 díky novelizaci zákona č.266/1994, § 39a.

¹⁵Například Hl. m. Praha vynakládá na dopravu necelých 40 % ze svého rozpočtu, což představuje jednoznačně nejvyšší položku v rozpočtu města (Ročenka dopravy Praha 2010). Agregované příjmy Českých drah za rok 2010 jsou 4 mld. Kč za dálkovou dopravu od Ministerstva dopravy a 8 mld. Kč od krajů za regionální dopravu (VZ ČD, a.s. 2010).

tvorba standardů kvality závazných pro všechny dopravce, provádění a vyhodnocování průzkumů spokojenosti cestujících. V některých případech se spolupodílí i na provádění průzkumů skladby jízdních dokladů, na základě kterých dochází k dělbě tržeb mezi dopravci. Alternativně může probíhat dělba tržeb dle provedených dopravních výkonů či smluvní úhradou, kdy je dopravci hrazena fixní částka a zbytek procentní částkou ze společných tržeb IDS.

Další skupinu představují *dopravci*¹⁶, jejichž existencí je podmíněna provozuschopnost integrovaných dopravních systémů. I přesto, že přístup na železniční dopravní cestu má v současnosti 76 dopravců, ze kterých 21 provozuje osobní dopravu, jejich podíl na celkovém výkonu v osobní dopravě s 0,96 % (vlkm)¹⁷ je prakticky zanedbatelný, a proto budeme v této práci uvažovat pouze národního dopravce České dráhy, a.s. (dále jen ČD). V budoucnosti je avšak třeba počítat s výrazným nárůstem výkonů konkurence v důsledku další liberalizace trhu.

Rozdělením státní organizace České dráhy, vznikly 1. ledna 2003 České dráhy, a.s. a Správa železniční dopravní cesty.¹⁸ ČD je dominantní provozovatel osobní vlakové přepravy v ČR, prostřednictvím Ministerstva dopravy je 100% akciový podíl vlastněn státem. ČD Procházejí vývojem vnitřní reorganizace v podobě snižování provozních nákladů a počtu zaměstnanců. Historické břímě v podobě zastaralého vozového parku, průměrné stáří vozidel 26 let, liberalizace železničního trhu a vstup konkurence jsou fakta, na která musí reagovat. Přirozenou reakcí bylo nastavení systému správy a řízení společnosti *Corporate Governance*, posílení role řízení rizik, strategického reportingu, vznik *compliance*, a revize strategie společnosti s nezastupitelnou úlohou IDS. Následně obdržely ČD od ratingové agentury Moody's ratingové ohodnocení *Baa1* a mohly emitovat dluhopisy, což bylo nutným předpokladem pro krytí nedostatku vnitřních zdrojů pro obnovu vozového parku.

Významným krokem pro ČD bylo uzavření 10letých smluv s kraji bez možnosti vstupu konkurence během doby platnosti. Smlouvy v šesti krajích umožňují v omezeném objemu možnost vypsát výběrových řízení. Jistota financování v podobě dlouhodobé Smlouvy o závazku veřejné služby a nasmlouvaných dopravních objemů, je pro dopravce nutným předpokladem pro investice do nových vozů. V opačném případě je návratnost nejistá, a tudíž nastává velké riziko zmařené investice. Nově nasazené železniční jednotky v krajích pak cestující ocení zvýšenou poptávkou po přepravě.

V souvislosti s optimalizací železniční dopravy v jednotlivých krajích je účelné zmínit se ještě o *Krajských centrech osobní dopravy* (KCOD). KCOD jsou reprezentanty

¹⁶Dopravní podniky měst, autobusoví dopravci, železniční dopravci.

¹⁷Výroční zpráva SŽDC (2010)

¹⁸Zákon č. 77/2002 Sb.

ČD v krajích. Mezi jejich hlavní činnosti patří vytváření jízdního řádu, jednání s krajem o jeho potřebách dopravní obslužnosti kraje ve snaze nabídnout odpovídající produkt (vlak), a dále se podílet na zajištění objednávky kraje. KCOD by měly plnit roli obchodníků, prodávajících produkty (četnosti a druhy nabízených vlaků) ve snaze uspokojit potřeby kraje a maximalizovat tržby pro ČD.

Posledním, ale neméně důležitým subjektem, který ovlivňuje železniční nabídku pro cestující je *Správa železniční dopravní cesty* (SŽDC). Od jejího vyčlenění ze státní organizace České dráhy se očekávalo zlepšení přístupu ostatních dopravců na železniční síť, ovšem došlo pouze k převodu kolejí (tzv. mrtvé dopravní cesty), řízení provozu a zabezpečení bylo prováděno zaměstnanci ČD až do srpna 2011, kdy 9500 zaměstnanců ČD přešlo k SŽDC. SŽDC nabízí železničním dopravcům drážní infrastrukturu, za kterou jí dopravci platí poplatek za užití dopravní cesty podle přesně daných vzorců a pravidel.¹⁹ Kapacita dráhy a tedy i nabídka pro cestující není neomezená, a proto není možné stále zkracovat jízdní doby vlaků či pouštět na dopravní cestu v době denní špičky další dopravce.

SŽDC má povinnost udržovat provozuschopnost a bezpečnost železniční dopravní cesty. K tomu účelu potřebuje dělat odstávky vybraných tratí (výluky), čímž omezí či znemožní po určité období železniční přepravu na dané relaci. Cestující pak mají možnost výběru mezi výlukovým jízdním řádem, náhradní autobusovou dopravou či dočasně užit automobil. SŽDC může neúměrně prodloužit dobu přepravy snížením úsekové rychlosti na trati, uzná-li to za vhodné. Pro cestujícího to znamená nejen prodloužení cestovní doby, ale i možnost ujetého přípojného spoje. V daném kraji taková situace může nakonec vyústit v dočasný rozpad celého dopravního konceptu. V realitě, v důsledku častých výluk, klesá poptávka na vybraných relacích ve prospěch autobusové přepravy, jelikož pravidelně dojíždějící cestující, mají-li možnost substitučního modu dopravy, zvolí ten se stabilní nabídkou.²⁰

1.4 Ekonomická teorie poptávky v kontextu železniční přepravy

Snaha porozumět chování spotřebitelské poptávky a odhadu elasticit jejích determinant je klíčovým předpokladem úspěšného podnikatelského záměru v každém odvětví. Nejinak je tomu i v železniční dopravě, kde se snažíme, pro zvýšení kvality výsledného modelu poptávky, pochopit přání a potřeby cestujících. Formulace optimalizačního chování spotřebitele by mohlo mít následující podobu.

¹⁹Více informací v dokumentu Prohlášení o dráze celostátní a regionální (JŘ 2011/2012).

²⁰Vyplývá s diskuse s některými organizátory dopravy a představiteli KCOD.

Při rozhodování o volbě dopravního prostředku pro přemístění z počáteční do cílové stanice, se spotřebitel (cestující) rozhoduje mezi *výběru* proměnnými, kterými mohou být: automobil, metro, tramvaj, autobus, vlak, pěší chůze, apod.²¹ Proměnné výběru dohromady tvoří *spotřební soubor*:

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n),$$

kde $x_i, i = 1, 2, \dots, n$ je množství i -tého statku v souboru, přičemž předpokládáme nezáporné množství spotřeby ($x_i \geq 0$) a dokonalou dělitelnost x_i . Předpokládáme splnění všech axiomů uspořádání preferencí spotřebitele, kterými jsou úplnost srovnání, tranzitivita a axiom nepřesycenosti.

Preference spotřebitele v podobě účelové funkce zobrazuje *užitková funkce*. Vzhledem k tomu, že užitek, jako subjektivní míra uspokojení ze spotřeby zboží a služeb, není měřitelný, hovoříme o ordinální užitkové funkci. Spotřebitel je pouze schopen porovnat jednotlivé druhy zboží a služeb, nikoli říci o kolik je dané zboží užitečnější. Ve svém rozhodování je spotřebitel omezen svým rozpočtovým omezením. Maximum spotřeby je determinováno spotřebitelovým příjmem a tržními cenami nakupovaných statků. Výdaje nesmí přesáhnout množství příjmů:

$$\sum_{i=1}^n p_i \times x_i \leq M,$$

kde p_i a x_i představují cenu a množství zboží i . Nyní již můžeme znázornit optimační problém spotřebitele. V našem případě, ve snaze o výběr nejvíce preferovaného spotřebního souboru, hovoříme o vázané maximalizaci užitkové funkce vzhledem k jeho rozpočtovému omezení. Formálně zapsáno:

$$\max_{x_1, \dots, x_n} u(x_1, x_2, \dots, x_n) \text{ s.t. } \sum_i p_i \times x_i \leq M; x_i \geq 0, i = 1, \dots, n$$

V případě, kdy se spotřebitel rozhoduje mezi dvěma druhy zboží, je optimem bod, ve kterém se sobě rovnají sklony příslušné indifferenční křivky a rozpočtového omezení:

$$\frac{MU_1}{MU_2} = \frac{p_1}{p_2}$$

V našem případě připouštíme možnost jak tangenciálního (vnitřního) řešení (např. kombinace metro-tramvaj), tak rohového řešení, spočívajícího ve volbě pouze jednoho modu přepravy (cesta pouze tramvaj).

²¹Na základě Gravelle, Rees (2004)

Nalezením extrému úlohy pomocí metody Lagrangeových multiplikátorů odvodíme *Marshallovské poptávky* po i -tém zboží nebo službě:

$$x_i^* = D_i(p_1, p_2, \dots, p_n; M) = D_i(p, M) \quad i = 1, \dots, n,$$

kde $p = (p_1, p_2, \dots, p_n)$ je vektor cen příslušných statků.

Marshallovská poptávková funkce představuje, *ceteris paribus*, vztah mezi cenou a poptávaným množstvím. Dle zákona klesající poptávky při růstu poptávaného množství klesá cena a naopak. Klesající charakter poptávkové funkce vyplývá ze společného působení důchodového a substitučního efektu. *Hicksovskou poptávku*,

$$x_i^* = H_i(p, u)$$

která je řešením úlohy o minimalizaci výdajů spotřebitele při nezměněné úrovni užitku nebudeme, z důvodu neměřitelnosti užitku, uvažovat.

U standardní „učebnicové“ poptávky vystupuje v roli exogenní proměnné pouze cena.²² K posunu po křivce poptávky a ke změně poptávaného množství dochází při změně ceny statku, *ceteris paribus*. Při změně ostatních determinant dochází k pohybu celé křivky poptávky (v důsledku růstu nebo poklesu důchodu spotřebitele, změny ceny substitučních a komplementárních statků, změny preferencí nebo růstu počtu spotřebitelů). Je-li v roli vysvětlující proměnné pouze cena, čelíme problému možné *endogeneity* v důsledku vynechání jedné nebo více významných kontrolních proměnných (*omitted variable bias*²³). U modelu železniční poptávky by cenotvorba ČD byla endogenní, jelikož by reflektovala očekávanou změnu poptávky po přepravě a naopak.

Ve skutečnosti však, kromě ceny, determinuje poptávku cestujících po železniční přepravě mnoho dalších kategorií proměnných, kromě monetárních také kvalitativní, demografické, makroekonomické a další.²⁴

1.5 Koncept elasticit

V předchozí kapitole byla diskutována poptávka po železniční přepravě osob a faktory, které působící na její změny. Předmětem této kapitoly bude popis metody, pomocí které tyto změny dokážeme kvantifikovat.

Elasticita představuje poměr, ve kterém procentní změna endogenní proměnné (počet cestujících) reaguje na procentní změnu proměnné exogenní (cena). Formálně zapsáno:

²²Poznámky k předmětu Aplikované kvantitativní metody

²³Wooldridge (2003)

²⁴Podrobně se všem relevantním proměnným budeme věnovat dále v textu.

$$\varepsilon_{p,D} = \frac{\% \Delta Q_d}{\% \Delta P} = \frac{\partial D_i}{\partial p_i} \times \frac{p_i}{D_i}$$

Zákon klesající poptávky říká, že při růstu ceny dojde k poklesu poptávaného množství a naopak. Díky tomuto protichůdnému působení má cenová elasticita poptávky vždy záporné znaménko. U poptávky po železniční přepravě můžeme pravděpodobně očekávat koeficient $\varepsilon_{p,D} < 0$. Pak by byla železniční přeprava *běžným statkem*.²⁵

Vedle cenové elasticity rozlišujeme ještě důchodovou $\varepsilon_{M,D}$ a křížovou elasticitu ε_{p_2,D_1} , jejichž výpočet, po dosazení proměnných důchod a cena substitutu do vzorce, je obdobný. Kdyby v důsledku růstu důchodu domácností klesala poptávka po přepravě, představoval by vlak statek podřadný. Pražská příměstská vlaková doprava je spíše statkem normálním a nezbytným, jelikož pozorujeme stále větší přepravní proudy z bohatých suburbii do centra města.

Pro dopravce je klíčová znalost charakteru poptávky. Reagují-li cestující hodně na malé změny ceny, hovoříme o *elastické* poptávce. Sníží-li dopravce ceny, celkové tržby mohou vzrůst, protože ztráta plynoucí ze snížení ceny bude více než kompenzována dodatečnými příjmy v podobě přílivu nových cestujících. Při zvýšení ceny dojde k odlivu cestujících a k poklesu tržeb. Je-li naopak při velkém růstu ceny reakce cestujících malá, jedná se o *neelastickou* poptávku.²⁶ Je-li poptávka neelastická, může dopravce zvýšit tržby zvýšením ceny. Zvýšené množství přepravených cestujících by, v důsledku poklesu ceny a neelastické poptávky, nevykompenzovalo pokles příjmů a dopravce by utrpěl ztrátu.

Kromě pohybů cen mají vliv na poptávku ještě další faktory jako časové období, dostupnost substitučních modů dopravy či poměr příjmů, které cestující vydává na dopravu. Zpravidla platí, že poptávka v krátkém období je méně elastická než v období dlouhém. Z pohledu dopravce by tedy bylo výhodné²⁷ zvýšit cenu, čímž by došlo i k nárůstu tržeb, jelikož cestující zpravidla nejsou schopni v krátkém čase flexibilně reagovat například koupí nového automobilu či se přeorientovat na nabídku substitučních modů dopravy s odlišnými jízdními řády apod. V delším období ovšem dojde k akomodaci cestujících na dané ceny například koupí úspornějších automobilů, omezením poptávky či přeorientováním se na jiný dopravní prostředek. Je-li nabídka blízkých substitučních modů dopravy vysoká, bývá zpravidla poptávka elastická, protože cestující čelí velmi nízkým nákladům, spojeným se změnou dopravního modu. Zaujímají-li výdaje na dopravu

²⁵Nepředpokládáme situaci, kdy by doprava na železnici představovala Giffenův statek ($\varepsilon_{p,D} > 0$)

²⁶Poptávka je *elastická* pro $\varepsilon_D > 1$; *dokonale elastická* pro $\varepsilon_D = \infty$; *neelastická* pro $\varepsilon_D < 1$; *dokonale neelastická* pro $\varepsilon_D = 0$

²⁷Za předpokladu možnosti libovolně nastavovat ceny.

vysoké procento příjmů cestujících, bude nejspíš elasticita poptávky vysoká, protože s rostoucí cenou přepravy bude cestující více citlivý na zvyšující se poměr výdajů vůči jeho příjmům.

1.6 Přehled literatury

V této části budou shrnuty základní empirické studie, které se zabývaly estimací determinant poptávky po železniční přepravě. I přes velkou heterogenitu dat, rozdílné geografické a socioekonomické podmínky, kterým provozovatelé dopravy čelí, můžeme konstatovat, že základní principy chování dopravních systémů a cestujících jsou ve zkoumaných zemích podobné. Existuje značné množství autorů, věnujících se estimaci determinant poptávky po železniční přepravě jako celku. Na druhé straně je jen pár studií, které explicitně zkoumají příměstskou a meziměstskou vlakovou dopravu. Zde budou z důvodu podobného charakteru diskutovány obě skupiny.

I přesto, že je o železnici v České republice stále velký zájem²⁸, neexistuje česká literatura, která by se zabývala zkoumáním kauzálních vlivů na poptávku po železniční přepravě.

Kleprlík (2004) prezentuje metodologický přehled o možnostech modelování přepravní poptávky. Obecné determinanty poptávky po železniční osobní dopravě v podobě ceny, ceny substitutu, úrovně příjmů a nezaměstnanosti domácností, rychlosti, kvality a image ČD popisuje Melichar (2002), nicméně dále s těmito proměnnými nepracuje a zaměřuje se na výpočet koeficientů cenové elasticity poptávky pro jednotlivé segmenty cestujících v letech 1993-2000²⁹. Výsledná hodnota cenové elasticity je -0.214, což potvrzuje očekávání a svědčí o charakteru neelastické poptávky, nicméně model čelí problému s výše diskutovanou endogenitou, kdy autor dosazuje za kontrolní proměnnou pouze cenu.

Asensio (2000) modeloval poptávku po příměstské vlakové dopravě ve Španělsku. S pomocí měsíčních dat pro období 1991-1995 z 11 příměstských oblastí vytvořil model, do kterého za kontrolní proměnné určil cenu³⁰, kvalitu definovanou počtem nabízených míst k sezení, suburbanizaci, populaci, cenu benzínu a dummy proměnné pro vybraná období. Závěry studie můžeme shrnout následovně: s koeficientem -0.32 je poptávka cenově neelastická; růst kvality významně ovlivňuje poptávku především ve velkých městech (0.78); koeficient suburbanizace (5.69) výrazně přispívá k nárůstu poptávky u pří-

²⁸Železnice se všemi podpůrnými procesy představuje stále jednoho z největších zaměstnavatelů v České republice nejen pro starší generaci, ale i pro početnou skupinu železničních nadšenců z Pardubické univerzity a dopravní fakulty ČVUT v Praze.

²⁹přeprava celkem, obyčejné jízdné, důchodci, traťové jízdné.

³⁰Průměrná cena spočtená jako poměr tržby/oskm.

městské dopravy; díky zahrnutí zpožděné endogenní proměnné do modelu je velikost dlouhodobé elasticity 1.56-násobkem krátkodobé elasticity.

Efekty, které mezi léty 1979-2001 stály za razantním nárůstem počtu přepravených cestujících o více než 50 % v integrovaném dopravním systému v Madridu, se zabývala Matas (2006). Estimací determinant poptávky po autobusové a podzemní dopravě dospěla k následujícím závěrům. Nejvýznamnějších hodnot nabýval koeficient u proměnné zaměstnanost (0.305), proces suburbanizace (0.397), GDP (0.148). Koeficient krátkodobé cenové elasticity je -0.208, což svědčí o neelastickém charakteru poptávky. Dlouhodobé elasticity nabývají 1.4 – 1.7-násobku krátkodobých. I přesto, že se Matas (2006) nezabývá přímo železnicí, z výsledků je patrné obdobné působení determinant poptávky na hlavní módy v příměstské dopravě.

Dalším, kdo se zabýval příměstskou železniční dopravou ve své práci, byl Voith (1991). Voith pracoval s daty o Filadelfské příměstské železnici mezi roky 1978-1986. Díky charakteru dostupných panelových dat, používá Voith (1991), podobně jako Asensio (2000), model fixních efektů. Především se zabýval otázkou krátkodobých a dlouhodobých elasticit. Dlouhodobá cenová elasticita poptávky (-1.84) je téměř trojnásobkem krátkodobé (-0.68), na základě čehož podává doporučení: „... because ridership is more responsive to price and service changes in the long run than in the short run, balancing a transit authority's budget through price increases and service reductions may result in future financial difficulties. The findings based on the analysis of data ... suggest that the long term impacts may be sufficiently large that further price increases and reduction in the frequency of trains will not improve a transit authority's long-term financial performance.“³¹ Obdobné doporučení bychom pravděpodobně mohli uplatnit i pro studii Asensio (2000).

Slovinskou železnici se podrobně zabýval Bekö (2003). Sledované proměnné jsou obdobou již výše zmíněných. Autor pracuje s časovými řadami a formuluje čtyři specifikace modelů, se kterými provádí standardní regrese. Velikost koeficientů cenové elasticity nabývajících hodnot -0.2 až -0.4, dle zvolené specifikace modelu, interpretujeme tak, že 1% nárůst ceny jízdného způsobí 0.2% pokles počtu přepravených osob. Dále z velikosti koeficientu vyplývá, že železniční doprava je běžným statkem. Důchodová elasticita nabývajících hodnoty 0.92 implikuje, že 1% nárůst důchodu způsobí 0.92% nárůst poptávky. Přestože autor v závěru říká, že zvýšením ceny jízdného je možné dosáhnout růstu tržeb, bude toto doporučení v praxi pravděpodobně neuskutečnitelné, jelikož provozovatelem železniční dopravy ve Slovinsku je národní dopravce *Slovenske železnice*, jejichž cenotvorba je zřejmě obdobně svázaná jako v případě České republiky.

³¹Voith (1991, str. 22)

Mezi dalšími autory pak stojí za zmínku především Litman (2004, 2011) a Goodwin (1992), kteří nabízejí vyčerpávající přehled dopravních elasticit pro krátké a dlouhé období. Owen a Phillips (1987) se zabývali 20 meziměstskými železniční linkami v okolí Londýna. Výsledky jejich studie jsou konformní s očekáváními i s literaturou (cena -0.69; GDP 0.93; konkurence v podobě autobusů -0.07).

2 Determinanty poptávky po krajské železniční přepravě

Již v úvodní kapitole byl diskutován současný trend rozšiřování IDS s tím, že v budoucnosti bude plně integrována železniční doprava na úrovni celých krajů. Nejen z těchto důvodů má smysl zkonstruovat *agregátní model poptávky* po železniční přepravě na úrovni 14 krajů v České republice, zkoumající vliv obecných determinant na poptávku po železniční přepravě.

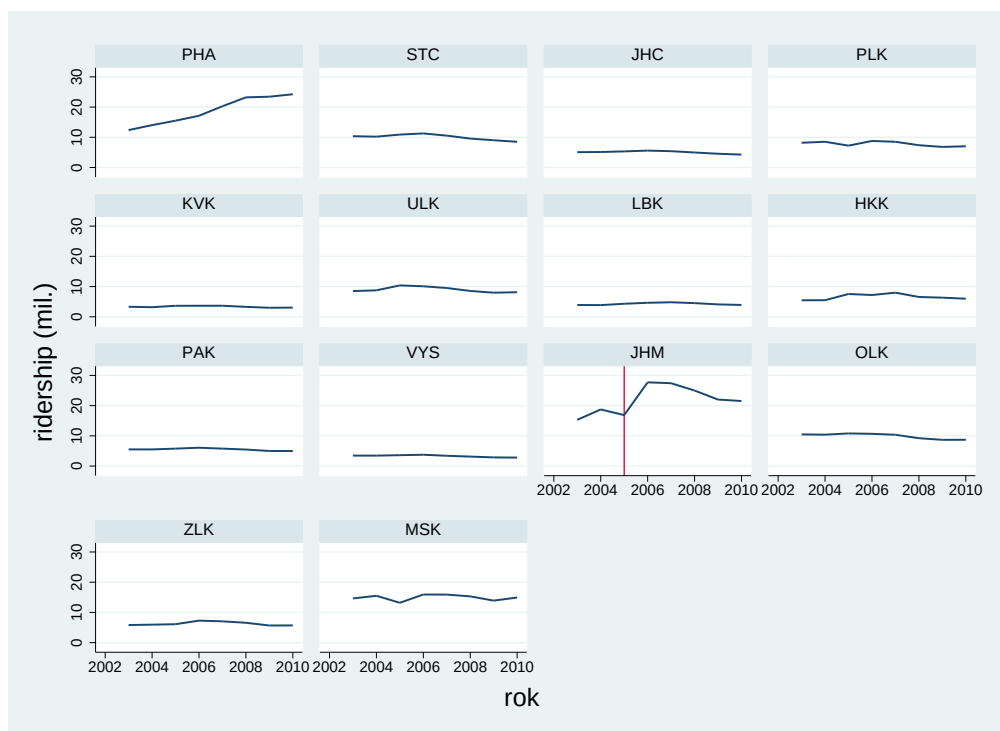
Výhody v podobě zkoumání agregátních poptávkových elasticit vyzdvihuje Goodwin (1992, str. 155): „...demand elasticities are, in general, rather crude and approximate measures of aggregate responses in a market. They do, however, have the great attractions of being empirically estimable, reasonable easily understood, tested by experience, and directly usable for policy assessment.“

2.1 Model

Kontext železniční přepravy byl popsán v úvodní kapitole a kapitole týkající se účastníků IDS. Můžeme tedy rovnou přistoupit k formulaci ekonomického modelu poptávky.

V podobě *endogenní* proměnné vstupuje do modelu *počet přepravených cestujících* (*ridership*) na železnici v jednotlivých krajích, z nichž každý má své specifické vlastnosti. Vývoj počtu cestujících je patrný z následujícího grafu.

Obrázek 2: Počty cestujících na železnici v jednotlivých krajích ČR



Zdroj: Ročenka dopravy České republiky 2010, 2005

V Jihomoravském kraji můžeme sledovat výrazný meziroční nárůst počtu cestujících mezi léty 2005-2006. Tato anomálie z pohledu mezikrajského srovnání je pravděpodobně důsledkem třetí integrační etapy, ve které došlo k zaintegrování tří velkých území v kraji.³² Dále došlo ke krácení autobusové přepravy, kdy velký podíl autobusů začal plnit funkci návozu cestujících do přestupných uzlů, kde cestující přestupují na vlak.³³

Exogenní proměnné modelu přehledně zobrazuje následující tabulka.

³²Vyškovsko (22 obcí), Ivančicko (21 obcí), Židlochovicko (29 obcí).

³³Vyjádření integrátora Jihomoravského kraje.

Tabulka 2: Kontrolní proměnné modelu

Proměnná	Popis
<i>price</i>	průměrná cena za jízdu na železnici
<i>popul</i>	počet obyvatel v kraji
<i>wage</i>	průměrná hrubá měsíční mzda
<i>integration</i>	dummy proměnná pro integrační proces
<i>unempl</i>	míra registrované nezaměstnanosti
<i>trains</i>	počet vlakových spojů v pracovní den, So, Ne, svátky
<i>gdp</i>	hrubý domácí produkt na obyvatele
<i>gas</i>	průměrná roční cena benzínu natural95
<i>busridership</i>	cestující veřejné autobusové dopravy
<i>bus</i>	počet autobusových spojů v pracovní den, So, Ne, svátky
<i>car</i>	počet registrovaných osobních automobilů

Zdroj: Vlastní zpracování

Proměnná *cena* je v popředí zájmu většiny studií. Výše již byl diskutován vzájemný konkurenční charakter mezi tarify ČD (TR10) a jednotlivých IDS. Podobně jako Asensio (2000, str. 297) nečelíme specifikačnímu problému vyplývajícimu ze situace, kdy by kontrolní proměnná cena byla přímo determinována ČD a IDS. Kdyby ČD a IDS operativně přizpůsobovali cenu poptávce, dospěli bychom k vychýleným koeficientům odhadu. Cenotvorba obou subjektů (ale i SŽDC) je regulována formou věcně usměrňovaných cen Cenovým věstníkem Ministerstva financí a navíc poměrně strnulá v čase.³⁴

Pro korektní výpočet ceny je třeba desagregovat ridership³⁵ krajů na dvě kategorie. Ridership IDS (A) a ridership kraje méně ridership IDS (B). Dále předpokládáme průměrnou přepravní vzdálenost v oskm ($oskm_A$, $oskm_B$) a průměrnou příjmovou sazbu v Kč/oskm (P_A , P_B) pro každého cestujícího v A a B pro každý rok a kraj.

Konečná cena za jízdu po železnici v kraji je aproximována následujícím způsobem:

$$price = \frac{(oskm_A \times P_A) + (oskm_B \times P_B)}{A + B}$$

Alternativní metoda výpočtu³⁶ průměrné ceny za přepravu na železnici v IDS je následující. Pro každé IDS je třeba identifikovat hlavní relace s největšími přepravními proudy a z těchto relací následně spočít průměrnou přepravní vzdálenost IDS. Z analýzy

³⁴Cena jednoduchého jízdného dle tarifu TR 10 pro průměrnou přepravní vzdálenost 36-40 km byla od roku 2002-2007 neměnná ve výši 36 Kč. Cenová variabilita ostatních produktů (například traťové jízdné) byla v tomto období měněna zpravidla po třech letech. IDS mění tarif v průměru jednou za 2-4 roky. Více k variabilitě cen jízdného bude pojednáno u dalšího modelu.

³⁵V praxi běžně používaný vžitý termín pro počet přepravených cestujících. V této práci bude dále užíván vzhledem k jeho větší výstižnosti než u alternativních českých ekvivalentů

³⁶Představuje autorovu invenci

všech IDS vyplývá, že nejčastějšími cestovními doklady jsou, v poměru 60:40, 30-ti denní relační kupony plnocenné (A) a 30-ti denní relační kupony studentské 15-26let (B). To potvrzuje očekávání, že hlavními segmenty cestujících v IDS jsou studenti a lidé dojíždějící za prací. Princip cenotvorby časových kuponů je postaven na předpokladu, že cestující použije dopravní prostředek pro vybranou relaci každý pracovní den dvakrát, tedy měsíčně 40 jízd. Cenu za jednu jízdu na dané relaci spočteme pro oba segmenty jako $A_i/40$ a $B_i/40$. Výsledná cena je pak jejich váženým průměrem.

Každá z uvedených metod výpočtu průměrné ceny má své nevýhody. U první metody hrozí riziko nízké variability v čase díky průměrným hodnotám ukazatelů, ze kterých cenu počítáme. Dále může být problém s poskytnutými daty od ČD vzhledem k tomu, že v posledních letech dochází k výraznému zpřesňování metodiky u Statistických výkazů č. 1, které ČD pravidelně zasílají objednatelům dopravy. Druhá metoda naopak počítá se značnými zjednodušeními, kdy neuvažujeme další relace a segmenty přepravního trhu.

Očekáváme, že s rostoucí cenou bude klesat poptávka po přepravě na železnici, tedy že výsledný koeficient cenové elasticity bude záporný a nabývat hodnot z intervalu $(-1;0)$.

Populace představuje kontrolní proměnnou, u které je předpoklad, že její změny budou významně ovlivňovat poptávku po železniční přepravě. S růstem populace rovnoměrně roste potřeba přemísťování obyvatel a poptávka roste. Je otázkou, v jaké míře se projeví významnost této proměnné, jelikož meziroční variabilita počtu obyvatel v jednotlivých krajích není velká.

Velikost průměrné hrubé měsíční *mzdy* řadíme do kategorie společensko-ekonomických proměnných. Směr působení této proměnné na poptávku po železniční přepravě je nejasný. S rostoucí kupní silou spotřebitelů roste poptávka po dříve nedostupných substitutech železniční přepravy, například osobním automobilem, a poptávka klesne. Nedosáhne-li spotřebitel po růstu mzdy na koupi automobilu, bude minimálně schopen vydávat více peněžních prostředků na cestování a poptávka vzroste.

Rozměr a *rychlost integračního procesu* dopravy v daném kraji výrazným způsobem determinuje poptávku po železniční přepravě. Cestující především ocení rozšiřování působnosti IDS přibíráním nových obcí, spojené s částečnou nebo plnou tarifní integrací na nově zaintegrovaných tratích nebo častěji zastávkách. Systémový přístup koordinátora dopravy by měl zabezpečovat návaznost autobusových a vlakových spojů, řešení mimořádných událostí organizováním náhradní autobusové dopravy. Takový systém přijímají cestující s větší důvěrou a díky zpravidla nižšímu tarifnímu jízdnému IDS zvýší svou poptávku po železnici. Proměnná nabývá hodnoty 1, pokud se daný kraj v daném roce rozrostl o nově zaintegrované obce/zastávky. V opačném případě nabývá hodnoty 0.

Očekáváme, že *nezaměstnanost* představuje jednu z klíčových proměnných modelu.

Největší měrou se na počtu přepravených cestujících na železnici podílí segmenty cestujících dojíždějících za prací a do školy, celorepublikově přibližně v poměru 60:40. S klesající poptávkou firem po práci, doprovázenou růstem nezaměstnanosti, klesá poptávka po železniční přepravě. I přesto, že velikost korelačního koeficientu proměnných *ridership* a *unempl* není vysoká, očekáváme negativní působení této proměnné na poptávku.

V roli další klíčové proměnné vstupuje do modelu nabídka: *počet vlakových spojů*. Mohli bychom ji zařadit do multidimenzionální kategorie kvalitativních proměnných společně s rychlostí, čistotou, bezpečností, taktem a kategorií jednotky vozu. Jedná se o počet všech vlaků, které jely v pracovní den, sobotu, neděli a ve svátky v daném roce. Zvyšující se nabídka, reprezentována četností jedoucích vlaků na vybraných relacích, má pozitivní vliv jak na současné, tak i na potenciální cestující (*captive riders*), zkracuje dobu čekání na spoj, případně na přípojovou vazbu jiného vlaku, a výrazně zvyšuje poptávku po železnici. Snahou dopravců je vytvořit produkt, který bude konkurenceschopný především vůči automobilové přepravě. Abstrahujeme-li od otázky nákladů, je zvyšující počet vlakových spojů cestou, jak zvýšit poptávku. Očekáváme kladné působení koeficientu této proměnné.

Hrubý domácí produkt na 1 obyvatele spadá do příjmové kategorie. Růst této proměnné bezpochyby výrazně ovlivňuje poptávku nejen po železniční přepravě, ale i po všech ostatních přepravních modech. Očekáváme obdobné chování jako u proměnné *mzda*, tedy růst poptávky jako důsledek růstu produktu.

Vzhledem k tomu, že by bylo velmi obtížné pro jednotlivé kraje a roky vypočítat cenu autobusové přepravy, vstupuje do modelu jako proxy³⁷ proměnná *cena benzínu*, zastupující ceny substitučních modů dopravy v krajích. Je pravděpodobné, že elasticita proměnné ceny benzínu není příliš vysoká. Důvodů může být několik. Spotřebitel se nerad omezuje ve spotřebě, platí tzv. Efekt záklopky. Na nárůst ceny benzínu spotřebitel reaguje zvýšenou racionalizací spotřeby pohonných hmot.³⁸

Dle Owen a Phillips (1987) může tato racionalizace spočívat v technickém zlepšování vozidel, prodeji vozidel s vysokou spotřebou a nákupu úspornějších vozů, snižování průměrné spotřeby úspornějším stylem jízdy. Reakce na změny ceny benzínu jsou taktéž ovlivněny účelem konané cesty. Jedná-li se o business cestu, bude poptávka po jízdě autem málo elastická. Poptávka po volnočasových jízdách bude pravděpodobně omezována a tedy více elastická.

³⁷ „Proxy variable for the omitted variable ... is something that is related to the unobserved variable that we would like to control for in our analysis.“ Wooldridge (2003, str. 284)

³⁸ V důsledku nárůstu ceny pohonných hmot o 10 %: klesne objem silniční dopravy krátkodobě o 1 %, o 3 % do 5 let; klesne množství spotřebovaných pohonných hmot o přibližně 2,5 % za rok, dlouhodobě o více než 6 %; efektivita spalování paliv vzroste o 1,5 % a dlouhodobě o 4 %; klesne počet vozidel o 1 %, dlouhodobě o 2,5 % Brůhová-Foltýnová a kol. (2007)

I přes racionalizační snahy spotřebitelů očekáváme pozitivní směr působení této proměnné na poptávku po příměstské přepravě, tedy že s rostoucí cenou benzínu poroste poptávka po přepravě na železnici.

Proměnná o *počtu přepravených cestujících autobusovou přepravou* je do modelu vložena jako reprezentant konkurenčního přepravního modu.³⁹ Při zvyšující se konkurenceschopnosti železnice, oproti autobusu, očekáváme úbytek počtu cestujících autobusů ve prospěch železnice. Nárůst počtu cestujících v autobusech by měl snížit poptávku po železnici. V konečném důsledku tomu tak být nemusí. Mohou existovat kraje s konkrétními železničními a autobusovými relacemi, které si, z důvodu geografické vzdálenosti, vzájemně nejsou substituty, a proto může nastat i situace odrážející obecný sklon k užívání autobusové a železniční dopravy. Koeficient potom může nabývat i kladných hodnot.

Počet autobusových spojů v pracovní dny, soboty, neděle a svátky. Předpokládáme podobný průběh reakce na železniční poptávku jako u předchozí proměnné.

Poslední proměnnou tohoto modelu je *počet registrovaných automobilů*. Automobil představuje hlavní konkurenční substitut železniční přepravy. Růst počtu automobilů je odrazem rostoucí životní úrovně obyvatel v daném kraji. Vztahem růstu a poklesu příjmu na vlastnictví vozu diskutuje Brůhová-Foltýnová (2007, str. 14): „Elasticita poptávky po automobilech vzhledem k nárůstu příjmu je výrazně větší než elasticita ve vztahu k poklesu příjmu. Zvyšující se příjem způsobuje, že je pro domácnosti jednodušší vlastnit automobily. Zvyknou si na používání auta. Při poklesu se ho však nezbavují tak rychle. Vlastnictví automobilu je spojeno se zvykem a je odolné ke změně.“ Lze očekávat, že s růstem bohatství domácností poroste i počet automobilů v krajích, což se projeví negativně na poptávce po železniční přepravě.

Poptávku po železniční přepravě ovlivňuje v realitě jistě více faktorů, než které jsme výše popsali. Specifikaci modelu by jistě prospěla větší znalost o ekonomických subjektech, struktura cestujících dle segmentů, účel cesty aj., a to nejlépe pro každý jednotlivý vlak na železniční síti. Obecně by byla vhodná větší desagregace dat až na úroveň dat primárních. Avšak vzhledem k tomu, že každý den vyjede na koleje přes 50 tisíc osobních vlaků, není tento požadavek reálný minimálně po dobu několika následujících let. V současné době jsou jediným věrohodným zdrojem o počtech cestujících sčítací kampaně prováděné průvodčími pomocí přenosných osobních pokladen (POP) a průzkumy skladby jízdních dokladů na pouze několika málo vybraných relacích.

Na změny cen a ostatních faktorů nejsou cestující zpravidla schopni reagovat okamžitě, ale s určitým zpožděním. Chceme-li zachytit tyto dynamické efekty modelu v po-

³⁹Některé kraje, například Jihomoravský, v souvislosti s procesem racionalizace IDS, omezují nabídku autobusové přepravy jen na nejnútnejší svoz cestujících do uzlových železničních stanic. V takovém případě autobusová přeprava není konkurenčním modelem přepravy pro železnici.

době prodlevy v přizpůsobení ekonomických subjektů na změny faktorů, můžeme do modelu přidat u vybraných proměnných jejich zpožděné hodnoty.

Výsledný tvar ekonomického modelu poptávky vypadá následovně. Znaménka indikují očekávaný směr působení efektu dané proměnné na poptávku.

$$ridership = f(\overset{\ominus}{price}, \overset{\oplus}{popul}, \overset{?}{wage}, \overset{\ominus}{integration}, \overset{\ominus}{unempl}, \overset{\oplus}{trains}, \overset{\oplus}{gdp}, \overset{\oplus}{gas}, \overset{?}{busrider}, \overset{?}{bus}, \overset{\ominus}{car})$$

2.2 Data

Zkoumaná data pro tento model železniční poptávky v krajích České republiky pochází z několika zdrojů. Jako primární zdroj k určení počtu přepravených cestujících na železnici a v autobusech, včetně nabídky obou módů dopravy, posloužily Ročenky dopravy České republiky. Data týkající se ceny byly poskytnuty ČD, a.s. Zdrojem dat ostatních proměnných jsou regionální statistiky Českého statistického úřadu. Jako zdroj pro výpočet průměrné ceny benzínu pro kraje posloužila databáze poskytovatele tankovacích karet CCS.

Datový soubor obsahuje 14 průřezových jednotek/krajů, kde každá je pozorována po dobu 8 let v období 2003-2010. Kombinací těchto dvou rozměrů vzniknou panelová data. Datový soubor obsahuje celkem 112 pozorování.

Všechny kontrolní proměnné monetárního charakteru byly očištěny o inflaci. Dále jsme pomocí logaritmické transformace modelu převedly všechny proměnné na jejich přirozený logaritmus. Jedinou proměnnou, která nebyla transformována je *nezaměstnanost*. V datovém souboru je již v procentech a logaritmická transformace by z interpretačních důvodů nebyla vhodná.

Metoda logaritmické transformace je velmi často užívaná a těší se velké oblibě, především proto, že výsledné hodnoty koeficientů jsou interpretovatelné jako elasticity. Jak uvádí Wooldridge (2003, str.45), pracujeme-li s funkční formou modelu *log-log*, interpretujeme koeficient β_1 jako:

$$\% \Delta y = \beta_1 \% \Delta x$$

V následující tabulce jsou zobrazeny deskriptivní statistiky použitých proměnných.

Z deskriptivních statistik je zřejmé, že datový soubor neobsahuje chybějící pozorování. Náš panel je tedy vyrovnaný.

O přednostech a limitách panelových dat podrobně pojednává Baltagi (2005, str. 18-23). Panelová data umožňují, oproti časovým řadám a průřezovým datům, kontrolovat

Tabulka 3: Statistický popis použitých dat

Proměnná	Průměr	(Sm. odch.)	Min.	Max.
<i>ridership</i>	9048183.036	(5815610.449)	2816100	27716000
<i>price</i>	27.851	(4.827)	17.53	37.2
<i>popul</i>	739800.723	(312393.264)	304249	1264978
<i>wage</i>	18575.723	(3229.989)	13998	31066
<i>unempl</i>	0.084	(0.031)	0.021	0.169
<i>trains</i>	11766.438	(6173.022)	1838	32041
<i>gdp</i>	305065.063	(116118.77)	203507	797479
<i>gas</i>	28.407	(2.115)	24.64	32.044
<i>busrider</i>	25073333.929	(15882377.935)	2019300	77073800
<i>bus</i>	32580.607	(20622.081)	8224	94346
<i>car</i>	296639.393	(141913.273)	103952	649707
N	112			

Zdroj: vlastní zpracování

nepozorovanou heterogenitu průřezových jednotek. V případě, že nepozorované rozdíly mezi průřezovými jednotkami jsou v čase neměnné, umožňují panelová data tuto nepozorovanou heterogenitu použitím vhodných odhadových funkcí eliminovat. Panelová data poskytují více informací díky meziskupinové a vnitroskupinové variabilitě průřezových jednotek, a proto jsou výsledné odhady parametrů přesnější. Panelová data lépe vystihují dynamiku přizpůsobivosti, zvláště v případě, kdy disponujeme daty o průřezových jednotkách po dlouhé časové období. K přednostem panelových dat ve vztahu k jejich dynamice Baltagi (2005) dodává: „... in measuring unemployment, cross-sectional data can estimate what proportion of the population is unemployed at a point in time. Repeated cross-sections can show how this proportion changes over time. Only panel data can estimate what proportion of those who are unemployed in one period can remain unemployed in another period. Important policy questions like determining whether families experiences of poverty, unemployment and welfare dependence are transitory or chronic necessitate the use of panels.“ (str. 20).

Mezi hlavními nevýhodami panelových řad zmiňme na prvním místě časovou náročnost jejich pořizování, kdy je potřeba dotazovat se stejných subjektů v daných periodách opakovaně. Pořizovatel dat tak čelí problémům, kdy respondenti nemají vůli odpovídat, nebo si zkrátka již nepamatují dané údaje. Sběr kvalitních panelových dat může být extrémně finančně náročný, zvláště jedná-li se o velké množství průřezových jednotek. Je-li v zájmu mít panelová data pro hodně po sobě jdoucích období, je třeba zajistit konzistenci sběru dat, abychom neztráceli jejich vypovídací hodnotu. Ztrácíme-li postupně informace o průřezových jednotkách, hovoříme o nevyrovnaném panelu. Naopak panel

s plnou početností záznamů je vyrovnaný.

Výsledný tvar ekonometrického modelu má následující podobu:

$$lridership_{it} = \beta_0 + \beta_1 lprice_{it} + \beta_2 lpopul_{it} + \beta_3 lwage_{it} + \beta_4 unempl_{it} + \beta_5 ltrains_{it} + \beta_6 lgdp_{it} + \\ + \beta_7 lgas_{it} + \beta_8 lbusrider_{it} + \beta_9 lbus_{it} + \beta_{10} lcar_{it} + \beta_{11} integration_{it} + a_i + u_{it}$$

2.3 Metoda odhadu a ekonometrický model

Pro práci s panelovými daty, s individuální heterogenitou průřezových jednotek, zvolíme za odhadovací techniku *metodu fixních efektů* (Wooldridge, 2003, str.420-453). Přidáme-li ke klasickému regresnímu modelu druhý rozměr, můžeme obecnou formu modelu fixních efektů zapsat jako:

$$y_{i,t} = \beta_0 + \beta X_{i,t} + a_i + u_{i,t},$$

kde $y_{i,t}$ je závislá proměnná, kde i = průřezová jednotka a t = čas, β_0 je konstanta, β je vektor koeficientů nezávislých proměnných modelu, $X_{i,t}$ je nezávislou proměnnou, $u_{i,t}$ představuje tzv. idiosynkratickou chybovou složku. Proměnná a_i zachycuje všechny nepozorované individuální efekty (*unobserved heterogeneity, fixed effect*), u kterých je předpoklad, že mají vliv na závislou proměnnou a jsou v čase neměnné. K předpokladu neměnnosti fixních efektů v čase Stock a Watson (2003, str. 372) dodávají: „The key insight is that if the unobserved variable does not change over time, then any changes in the dependent variable must be due to influences other than these fixed characteristics.“

Mezi další předpoklady této metody patří, že individuální nepozorovaný efekt a_i může být korelovaný s některou z kontrolních proměnných, formálně zapsáno:

$$E(a_i, x_{i,t}) \neq 0$$

Je-li fixní efekt korelovaný alespoň s jednou kontrolní proměnnou modelu, pak nebudou odhady koeficientů získané OLS konzistentní. Řešení tohoto problému spočívá v eliminaci fixního efektu a_i .

Eliminovat fixní efekty a_i můžeme užitím metody *prvních diferencí* či pomocí tzv. *within transformace* (Wooldridge, 2003, str. 420-453).

Odstranění fixního efektu pomocí metody prvních diferencí funguje na následujícím principu. Mějme rovnice jedné průřezové jednotky pro dvě období:

$$y_{i,2} = (\beta_0 + \delta_0) + \beta_1 x_{i,2} + a_i + u_{i,2} \quad (t = 2)$$

$$y_{i,1} = \beta_0 + \beta_1 x_{i,1} + \beta_1 x_{i,2} + a_i + u_{i,1} \quad (t = 1)$$

Odečtěme-li druhou rovnici od první, dostaneme rovnici prvních diferencí:

$$\Delta y_i = \delta_0 + \beta_1 \delta x_i + \delta u_i,$$

kde Δy_i a δx_i značí meziroční změny (diference). Pro nás je důležité, že jsme odstranili nepozorovaný fixní efekt. Důležitým předpokladem této metody je, aby δu_i a δx_i nebyly vzájemně skorelovány. Dalším předpokladem je předpoklad homoskedasticity a meziskupinové variability.

Použitím metody prvních diferencí se na jedné straně zbavíme fixního efektu, ale za cenu ztráty n počtu pozorování a v čase neměnných hodnot, které se diferencováním vyruší.

Druhou metodou eliminace fixních efektů je tzv. *within transformace*. Uvažujme model fixních efektů s jednou kontrolní proměnnou pro každou průřezovou jednotku:

$$y_{i,t} = \beta_1 x_{i,t} + a_i + u_{i,t}, \quad t = 1, 2, \dots, T.$$

Po vypočtení průměrných hodnot uvnitř každé jednotky dostaneme:

$$\bar{y}_i = \beta_1 \bar{x}_i + a_i + \bar{u}_i.$$

Odečtením druhé rovnice od první pro každé období získáme následující regresní rovnici:

$$y_{i,t} - \bar{y}_i = \beta_1 (x_{i,t} - \bar{x}_i) + u_{i,t} - \bar{u}_i, \quad t = 1, 2, \dots, T,$$

kterou můžeme upravit do výsledné podoby tzv. *within transformace*

$$\ddot{y}_i = \beta_1 \ddot{x}_i + \ddot{u}_{i,t}, \quad t = 1, 2, \dots, T,$$

ve které jsou od všech proměnných v rovnici odečteny jejich průměry, čímž jsme odstranili fixní efekt a zdroj OVB. Hlavním předpokladem užití této metody, stejně jako u metody prvních diferencí, je naplnění podmínek striktní exogenity vysvětlujících proměnných, tedy nekorelovanost idiosynkratické chyby s kontrolními proměnnými a individuálním fixním efektem dané jednotky

$$E(u_{i,t} \mid X_i, a_i) = 0.$$

Dále je třeba, aby byly kontrolní proměnné variabilní v čase. V opačném případě se jejich efekt z rovnice vytratí.

Zahrnutím dummy proměnných pro každou průřezovou jednotku do modelu fixních efektů, můžeme odhadnout individuální fixní efekty. Jedná se o tzv. *Least Square Dummy Variable model* (LSDV) (Gujarati, 2004, str. 642). LSDV regrese poskytuje stejné výsledky odhadu koeficientů jako within transformace. Její užití není vhodné, pokud datový soubor obsahuje velké množství průřezových jednotek, které snižují počet stupňů volnosti modelu. Vzhledem k tomu, že kontrolujeme vliv všech kontrolních proměnných, bývá zpravidla koeficient determinace vysoký. Zápis LSDV modelu je následující:

$$Y_{i,t} = \alpha_1 + \alpha_2 D_{2,i} + \alpha_3 D_{3,i} + \alpha_N D_{N,i} + \beta_2 X_{2,it} + \beta_3 X_{3,it} + u_{it},$$

kde $D_{2,i} = 1$, pokud se jedná o dummy proměnnou druhé průřezové jednotky. Abychom se vyhnuli situaci perfektní kolinearity, je třeba do modelu zařadit $N - 1$ dummy proměnných.

Neexistuje-li korelace mezi fixním efektem a_i a všemi kontrolními proměnnými modelu x_{it} :

$$E(a_{i,x_{it}}) = 0,$$

můžeme použít pro odhad koeficientů *metodu náhodných efektů* (random effects). Ta má oproti předchozí metodě více předpokladů, ale při jejich splnění je efektivnější. K rozhodnutí o tom, zda použít metodu fixních či náhodných efektů, se užívá *Hausmannův specifikační test* (Baltagi, 2005). Hlavním předpokladem testu je, že chybová složka není korelována s kontrolními proměnnými:

$$E(u_i \mid X_i) = 0.$$

Test mezi sebou vzájemně porovnává odhady koeficientů fixních (FE) a náhodných efektů (RE). Nulová hypotéza Hausmannova testu říká, že oba odhady jsou konzistentní. Dle alternativní hypotézy je FE opět konzistentní, ale RE nekonzistentní:

$$H_0 : \text{preferuji RE}$$

$$H_a : \text{preferuji FE}$$

2.4 Výsledky, interpretace a verifikace

Pro účely sestavení modelu, odhad parametrů, testování předpokladů a prezentaci modelu byl použit statistický software STATA. Výslednou specifikaci modelu, jehož výsledky jsou zde předkládány, ovlivnila, oproti původně specifikovanému ekonomickému modelu, přítomnost multikolinearity. Volba odhadové techniky byla ovlivněna mírou naplnění Gaussových-Markovových předpokladů. Vzhledem k přítomnosti heteroskedasticity bylo užito robustních standardních chyb. Pro odstranění autokorelace byla použita metoda prvních diferencí.

Čtvrtý Gauss-Markovův předpoklad hovoří o plné hodnosti matice vysvětlujících proměnných a o neexistenci lineární závislosti mezi nimi. Je-li více vysvětlujících proměnných v matici pozorování perfektně korelováno a hodnota matice je menší než počet kontrolních proměnných, hovoříme o výskytu perfektní. V takovém případě nelze model běžnými odhadovými technikami (OLS, MLE) jednoznačně odhadnout. Ovšem i přítomnost „neperfektní“, tj. nejednotkové, korelace mezi regresory má nepříznivé důsledky na kvalitu odhadu, ačkoli se nejedná o porušení Gaussova-Markovova předpokladu. multikolinearity. Přítomnost multikolinearity v modelu zvětšuje standardní chyby a nadhodnocuje výsledné parametry odhadu. Dále nám výskyt silné kolinearit neumožní odhadnout izolovaný vliv každé proměnné *ceteris paribus* (Hušek, 2007). Zmenšit vliv multikolinearity můžeme snížením počtu kontrolních proměnných nebo jinou specifikací modelu.

V matici párových korelačních koeficientů, jež jsou měřítkem intenzity závislosti kolineárních párů proměnných, byly identifikovány čtyři dvojice, mezi kterými byla identifikována silná kolinearita: *lcar-lpopul* (0.96), *lgdp-lwage* (0.85), *lbus-ltrains* (0.83) a *lbus-lbusrider* (0.9). Již v kapitole týkající se popisu proměnných jsme naznačili očekávání o výskytu zvýšené závislosti mezi těmito proměnnými.

Multikolinearita byla zjišťována diagnostickým ukazatelem Variance Inflation Factor (VIF)(Wooldridge,2009) Řešením regresních rovnic, ve kterých jsou kontrolní proměnné postupně v roli vysvětlovaných proměnných, vypočteme koeficienty determinace R^2 pro každou kontrolní proměnnou a následně dosadíme do vzorce pro výpočet VIF:

$$VIF_j = \frac{1}{(1 - R_j^2)}$$

Hodnoty ukazatele VIF u příslušné proměnné by neměly překročit hranici 10. Hodnoty $VIF > 10$, by nás měly vést k zamyšlení nad změnou specifikace modelu nebo alespoň k ostražitosti při vyhodnocování výsledků.⁴⁰ Na základě výsledku VIF testu

⁴⁰Případná statistická nevýznamnost proměnných může být pouze projevem multikolinearity, nikoli

jsme pro zvýšení přesnosti odhadů z rovnice modelu vyřadili proměnné *lbus*, *lcar* a *lgdp*. Po vyřazení proměnné *lgdp* očekáváme, že proměnná *lwage* bude vyjadřovat stejné efekty jako *lgdp* v transmisním vztahu: růst bohatství způsobí nárůst poptávky nebo růst bohatství povede k poklesu poptávky v důsledku nákupu automobilu.

Po odstranění nadbytečných proměnných je již multikolinearita v modelu únosná.

Abychom ověřili, zda odstranění proměnných bylo opodstatněné, provádíme *Ramseyho specifikační test* (RESET). V případě nezahrnutí významné kontrolní proměnné do modelu čelíme problému, že výsledné koeficienty nebudou konzistentní. Na základě Ramseyho testu ($p\text{-value}=0.1457$) se nepodařilo zamítnout předpoklad v podobě nulové hypotézy o dobře specifikovaném modelu a tudíž nečelíme specifikační chybě (omitted variable bias).

Na základě výsledku Hausmanova testu zamítáme nulovou hypotézu a model dále odhadujeme pomocí metody fixních efektů. Po odhadnutí modelu FE se projevil nevýznamně koeficient u proměnné *lpopul* ($p\text{-value}=0.890$), který byl následně v modelu nahrazen proměnnou *lcar*. Tato záměna v modelu nezpůsobila dle VIF ani RESET testu specifikační problémy.

Grafickým zkoumáním reziduí a užitím Breuschova-Paganova LM testu nezávislosti meziskupinových reziduí pro panelová data, nebyla v modelu detekována heteroskedasticita ($p\text{-value} = 0.1703$). Pro jistotu byl proveden ještě modifikovaný Waldův test skupinové heteroskedasticity, který naopak zamítl nulovou hypotézu o homoskedastickém modelu. Z tohoto důvodu, za situace nejednoznačné přítomnosti heteroskedasticity v našem modelu, použijeme pro jistotu ještě odhad FE s robustními standardními chybami. Odhad regresních parametrů, oproti původnímu odhadu FE, sice sníží počet statisticky významných parametrů (ovlivní výsledky t -testů a F -testu), ale na druhé straně, díky užití robustních standardních chyb, nezkreslí výši odhadnutých koeficientů a měl by zůstat konzistentní (Hušek, 2007, str. 74-83).

K užití robustních standardních chyb Wooldridge (2003, str. 249-255) dodává: „The heteroskedasticity-robust standard errors provide a simple method for computing t statistics that are asymptotically t distributed whether or not heteroskedasticity is present. In large sample sizes, we can make a case for always reporting only the heteroskedasticity-robust standard errors in cross-sectional applications, and this practice is being followed more and more in applied work. If homoskedasticity assumption holds and the errors are normally distributed, then the usual t statistics have exact t distributions, regardless of the sample size. The robust standard errors and robust t statistics are justified only as the sample size becomes large.“

absencí faktického vlivu.

Ke zjišťování, zda se v námi specifikovaném modelu vyskytuje sériová korelace, byl použit *Wooldridgeův test autokorelace*. Nulová hypotéza o neexistenci autokorelace prvního řádu byla zamítnuta. Pro odstranění autokorelace z modelu byl proveden odhad pomocí prvních diferencí proměnných, díky kterým se autokorelaci podařilo odstranit. Výsledná hodnota Wooldridgeova testu autokorelace $p - value = 0.3650$ je v oboru přijetí nulové hypotézy o neexistenci autokorelace prvního řádu.

Dále jsme testovali významnost společného působení přidáných časových dummy proměnných, nicméně hypotéza o jejich společné nevýznamnosti v modelu nebyla zamítnuta ($p - value = 0.0532$).

Model byl pro komparaci odhadnut pomocí tzv. *between estimátoru* (Wooldridge, 2003). Ten funguje na principu variace průměrných hodnot každé průřezové jednotky modelu za všechna období, čímž ztrácí informaci časové dimenze dat. Všechny t statistiky u proměnných vyšly nevýznamně, stejně tak model jako celek nebyl významný ($p - value = 0.068$), a proto nebyl zařazen do přehledové tabulky.⁴¹

Z pohledu ekonomické interpretace modelu FE můžeme shrnout, že u všech kontrolních proměnných modelu nabývají jejich koeficienty očekávaných znamének. Nevýznamnost některých proměnných může být zavádějící vzhledem k výše diskutovaným problémům. Pro ekonomickou verifikaci je důležitý směr působení proměnných na poptávku po železniční dopravě.

Výsledné koeficienty u modelu FE vyšly dle výsledku F -testu statisticky významně odlišné od nuly. Zahrnutí robustních standardních chyb do modelu FE snížilo, u některých parametrů, jejich statistické významnosti.

Model splňuje předpoklad striktní exogenity kontrolních proměnných: $corr(u_{it}, X_{it}) = -0.9773$. U modelu FE se nepodařilo zamítnout hypotézu o nevýznamnosti u proměnných *lunempl*, *lwage*, *integration*, *lgas*. Jako nejvýznamnější na hladině významnosti 0.1 % se projevila proměnná *integration*. Statisticky nevýznamně naopak vyšly koeficienty u proměnných *ltrains*, *lcar*, *lprice*. Velikost celkového koeficientu determinace v modelu fixních efektů nabývá hodnoty 58.6 %. Model vysvětluje nadpoloviční většinu variability v poptávce po železniční dopravě.

⁴¹Model byl ještě odhadnut pomocí průřezové regrese, tzv. Pooled OLS, ale ani tato metoda neposkytla uspokojivé výsledky.

Tabulka 4: Výsledky odhadu

Variable	FE	FD
	(Std. Err.)	(Std. Err.)
lprice	-0.625 (0.387)	0.01 (0.296)
lcar	-2.766 (1.368)	-1.082 (1.030)
unempl	-2.427** (0.672)	-3.018** (1.050)
lwage	1.751* (0.725)	-0.0169 (0.673)
integration	0.103** (0.021)	0.100** (0.0149)
ltrains	0.496 (0.293)	0.0819 (0.176)
lgas	0.512** (0.159)	0.0186 (0.169)
N	112	98
R ²	0.586	0.4438
F	23.889	10.26

Koeficient determinace u modelu prvních diferencí nabývá hodnoty 44.4 %. Model jako celek je dle výsledku p -value F -testu významný. Zahrnutí prvních diferencí sice odstranilo z modelu autokorelaci, nicméně snížilo počet statisticky významných proměnných. Zde se projevily významně pouze proměnná *unempl* a *integration*. Ostatní proměnné jsou na základě p -value t -testů nevýznamné.

Dojde-li k růstu ceny za železniční přepravu o 1 %, klesne počet přepravených cestujících, *ceteris paribus*, o 0.63 %. Proměnná *lprice* má tedy, v souladu s literaturou, negativní efekt na poptávku, která je v krátkém období neelastická. Hodnota krátkodobé elasticity je velmi blízká hodnotě Asensia (2000).

Po zahrnutí zpožděné hodnoty proměnné *lprice* do modelu byla odhadnuta krátkodobá cenová elasticita ve výši -0.35. Elasticita zpožděné proměnné cena nabývá hodnoty -1.02. Důvodem, proč hodnota dlouhodobé elasticity je jen mírně nad jednotkovou může být výše zmíněné netržní stanovování ceny, která je dlouhodobě držena na nízké úrovni a pomalu se přizpůsobuje. Výsledný efekt pomalého nárůstu ceny je poté zastíněn rostoucími trendy v podobě výrazného nárůstu poptávky po příměstské železniční dopravě.

Výsledný koeficient elasticity u proměnné *lcar* podporuje hypotézu o poklesu poptávky v důsledku nárůstu počtu automobilů. Přesněji řečeno, nárůst počtu automobilů o 1 % sníží výrazně poptávané množství jízd vlakem o 2.77 %.

Proměnná *unempl* se, společně s proměnnou *lcar*, nejvýznamněji podílí na poptávce po železniční dopravě. Výše bylo řečeno, že nejsilnějším segmentem cestujících ve vlaku jsou pravidelně dojíždějící lidé za zaměstnáním (následování studenty). Záporná hodnota koeficientu potvrzuje silnou hypotézu o negativním vlivu nezaměstnanosti na poptávku. Dojde-li k růstu nezaměstnanosti o 1 %, *ceteris paribus*, klesne poptávka po železniční dopravě o 2.42 %.

Růst mzdy by naopak měl s kladným koeficientem 1.75 k růstu poptávky přispívat. Hlavním zdrojem zvýšené poptávky by mohl být nárůst volnočasového cestování způsobený růstem životní úrovně domácností.

Z pohledu statistické významnosti se nejvýznamněji projevily koeficienty kvalitativní proměnné *integration*. Ta, jak bylo výše diskutováno, v sobě zahrnuje všechny integrační aktivity, jenž atrahují poptávku současných a potenciálních cestujících. Výskyt integračního procesu, *ceteris paribus*, způsobí nárůst železniční poptávky v kraji o 10.3 %. Lze předpokládat, že v souvislosti s rostoucí integrací v krajích bude význam této proměnné v čase klesat.

Dle očekávání je vliv počtu vlaků na poptávku kladný. Snahou organizátorů dopravy je navyšovat četnost jízd vlaků, což se projeví ve zkrácení čekací doby cestujících a zvýšení konkurenceschopnosti vlaků, a ve výsledném efektu pozitivně ovlivní zvýšenou

poptávku. Jiná transmise by mohla jít přes zvýšenou kvalitu cestování, protože při nárůstu počtu spojů dojde i k rovnoměrnějšímu rozložení cestujících ve vlacích, čímž se zvýší komfort cestujících.

Poslední kontrolní proměnnou je cena benzínu. I ta má očekávaný směr působení. Na růst cen pohonných hmot cestující reagují omezováním poptávky po jízdě automobilem a volí levnější substitut, v našem případě železniční přepravu. Výsledný koeficient říká, že na růst ceny benzínu o 1 % reagují ekonomické subjekty zvýšením poptávky po železnici o 0.51 %.

3 Determinanty poptávky po Pražské integrované dopravě

V předchozím modelu byly diskutovány a poté i měřeny faktory, které determinují poptávku cestujících po vlakové přepravě na úrovni IDS (krajů). Model pracoval s agregovanými daty. Chceme-li ovšem detailněji pochopit chování integrovaných dopravních systémů, cestujících a následně dospět k některým doporučením, je nutné disponovat daty, která jsou charakteristická větší mírou desagregace. Úkolem následujícího modelu je představit fungování systému Pražské integrované dopravy (PID), popsat jeho účastníky s důrazem na chování jednotlivých segmentů cestujících, identifikovat determinanty poptávky po železnici a následně odhadnout směr jejich působení. Díky dostupnosti dat a jejich vysoké míře granularity, můžeme takovým způsobem zkoumat pouze PID. Obdobně desagregovaná data pro jiná IDS v České republice neexistují.

3.1 Kontext PID

V mezirepublikovém srovnání má Pražská integrovaná doprava velké množství specifických vlastností. Jedná se o systém s jednoznačně největším počtem přepravených cestujících.

V souvislosti s neustálým trendem zvyšování počtu osobních automobilů⁴² v hlavním

⁴²Míra automobilizace (počet osobních automobilů na tisíc obyvatel) v České republice a v hlavním městě Praze se od roku 1961 neustále zvyšuje, kdy narostla ze 45 na 582 v Praze a 436 v ČR. V absolutním vyjádření vzrostl počet osobních automobilů v Praze od roku 1990 o 115 % na současných 722 343, přičemž výkony automobilové dopravy vzrostly ve stejném období o 246 % na hodnotu 20,221 mil. vozokm. V roce 2011 došlo v Praze poprvé od roku 1991 k meziročnímu poklesu výkonu osobních automobilů i přes zvýšení stupně automobilizace. Při zkoumání vývoje intenzit pražské automobilové dopravy na vnějším a centrálním kordonu můžeme konstatovat, že se pomyslné nůžky rozevírají ve prospěch vnějšího kordonu a doprava v centrálním kordonu stagnuje či klesá (Ročenka dopravy Praha 2011, str. 6-12). Zda je tento jev například důsledkem racionálního chování ekonomických subjektů, kteří při prodloužení cestovní doby do zaměstnání, do školy či za jiným účelem cesty, použijí jiný druh přepravy než individuální automobilovou přepravu, nebo suburbanizačního procesu, se pokusíme odpovědět dále v textu.

městě, decentralizovanou poptávkou po práci a pokračujícími suburbanizačními trendy, se zvyšovala potřeba koncepčního přístupu k zajištění dopravní obslužnosti hlavního města Prahy. V roce 1993 došlo k založení Regionálního organizátora pražské integrované dopravy (ROPID) a tím i k vzniku Pražské integrované dopravy.

PID zahrnuje přepravu cestujících tramvajemi, metrem, městskými a příměstskými autobusy, městskou a příměstskou železnici, přívozy a lanovkou na Petřín. Radiální linky PID zasahují i do Středočeského kraje, ale majorita výkonů je odvedena na území hlavního města Prahy.

Postavení železnice a rozložení přepravených cestujících mezi výše zmíněné mody přepravy jsou zobrazeny v následující tabulce. Pro detailnější přehled celku byla přidána ještě informace o počtu automobilů a obyvatel Prahy.

Tabulka 5: Cestující v PID dle jednotlivých modů (tis.)

Druh dopravy/provozovatel	2008	2009	2010	2011
Metro (DPP)	596 893	584 880	587 515	530 493
Tramvaje (DPP)	356 834	349 286	345 485	311 057
Autobusy (DPP)	297 884	290 970	287 804	267 357
Autobusy (soukromí dopravci)	59 633	60 755	46 842	50 713
Železnice (ČD na doklad PID)	17 278	17 751	18 126	18 421
Lanovka (DPP)	*	1 805	1 778	1 841
Přívozy (soukromí dopravci)	343	337	492	642
Celkem	1 328 865	1 305 784	1 279 042	1 180 524
Osobní automobily	678 056	683 295	699 630	722 343
Počet obyvatel (tis.)	1 225 281	1 242 956	1 251 726	1 237 943

Zdroj: Ročenka dopravy Praha 2006-2011, *chybějící údaj

Je zřejmé, že dominantní úlohu v přepravě cestujících zastává síť metra. Ve sledovaném období ale pouze železniční přeprava vykazuje neustálý růst počtu přepravených cestujících. Důvodem kontinuálního růstu poptávky po železnici v Praze může být zvyšování jejích konkurenčních výhod: rychlost, pohodlnost přepravy, bezpečnost, možnost jízdy na levnější tarif PID, uznávání dokladů PID na železnici a v neposlední řadě také růst důvěry a zlepšení obrazu ČD v očích veřejnosti. Úbytek cestujících v ostatních dopravních modech může být způsoben nárůstem počtu osobních automobilů a jiných socio-ekonomických faktorů.

Příměstské oblasti systému PID jsou obsluhovány autobusovou a železniční dopravou.

Výkony příměstské autobusové dopravy jsou z 89 % zajišťovány soukromými dopravci. Těch je v současné době 12 a provozují 74 linek (RD Praha, 2011). V součinnosti s organizací Ropid probíhá každoroční optimalizace linkového vedení a provozní racionalizace

nasazováním nízkokapacitních autobusů na málo vytížených linkách. Na autobusové dopravce jsou v posledních letech kladeny nároky v podobě plnění standardů kvality, při jejichž neplnění (nefunkčnost informačního systému, zpoždění, aj.) je pro dopravce závazný sazebník postihů. Motivujícím faktorem pro autobusové dopravce je zveřejňování seznamu, který vzájemně srovnává jednotlivé dopravce podle toho, jak plní jednotlivá kritéria. Naš primární zájem se ovšem upíná k příměstské železniční dopravě.

3.2 Nabídka

Železniční infrastrukturu na území Prahy tvoří 11 radiálních tratí, na kterých je v současnosti provozováno 16 příměstských linek, z nichž, od roku 2007, 13 pod označením „S“ a 3 linky „R“⁴³. K největšímu meziročnímu nárůstu počtu zastávek, ze 43 na 181, došlo roku 1996 v souvislosti se zaváděním pásmového přestupného tarifu (RD Praha, 2011). V posledních letech se počet obsluhovaných železničních zastávek, s malými výkyvy, ustálil na počtu 224. Aktuální podoba radiálně-okružního systému čítá 4 pásma vnitřní (2xP, 0, B) pro území Prahy a 5 pásem vnějších (viz příloha č. 1).

Postupná integrace probíhala na všech 11 tratích pozvolna již od roku 1994, kdy vznikla PID, a skončila v roce 2010, od kterého jsou již všechny železniční tratě plně integrovány.

Jediným železničním přepravcem PID jsou České dráhy, a.s., které v pracovní den vypravují přibližně 800 vlaků a přepraví necelých 100 tis. cestujících.

Výše zmíněné tratě budou v našem modelu představovat průřezové jednotky, proto je třeba je detailněji představit. To, že je na některých tratích provozováno více linek najednou, není pro další uvažování určující. Pro naši analýzu jsou rozhodující jednotlivé vlaky, které na dané trati v daném roce, dle platného traťového jízdního řádu, představují nabídku pro cestující. Přehled tratí zobrazuje následující tabulka. Dimenze provozovaných linek na jednotlivých tratích byla přidána z formálního hlediska.

Každá trať obsluhuje odlišná geografická území. Pro jednotlivé tratě jsou charakteristické vzájemně odlišné přepravní proudy, různá skladba cestujících a odlišnostmi na straně nabízených služeb. Ve sledovaném období 2002-2011 dochází ke zlepšování kvality cestování na jednotlivých tratích přinejmenším ze dvou důvodů: ČD výrazně navýšily počet příměstských elektrických jednotek a organizátor dopravy (Ropid) se snaží, s dostupnými finančními prostředky od města Prahy, maximalizovat objem dopravních výkonů na železnici s důrazem na zavádění taktové dopravy (viz. dále v textu).

⁴³Tzv. „Esko“ představuje značku příměstské železnice v Praze od roku 2007. Jedná se o marketingovou aktivitu, jejímž cílem je propagovat koncepční propojení příměstské železnice se systémem PID.

Tabulka 6: Přehled železničních tratí PID

Trať ČD	Linka	Relace
011	S1, S7	PHA Masarykovo nádraží-Praha Klánovice-Pečky
070	S3, R3	PHA Vršovice-PHA Čakovice-Neratovice
091	S4, R4	PHA Masarykovo nádraží-PHA Sedlec-Kralupy n.Vltavou
120	S5, R5	PHA Masarykovo nádraží-PHA Ruzyně-Kladno
122	S65	PHA Smíchov-PHA Zličín-Rudná u Prahy
171	S7	PHA hlavní nádraží-PHA Radotín-Řevnice
173	S6	PHA Smíchov-Řeporyje-Nučice
210	1 S80, S8	PHA Hlavní nádraží-PHA Zbraslav-Vrané n.Vltavou
221	S9	PHA hlavní nádraží-PHA Kolovraty-Čerčany
231	S20, S2	PHA Masarykovo nádraží-PHA Horní Počernice-Lysá n.L.
ML	S41	PHA Libeň-PHA Sedlec-Roztoky u Prahy

Zdroj: Vlastní zpracování

Reprezentativní kategorií příměstské jednotky je elektrická řada 471, tzv. City Elefant, následovník starších jednotek 451 a 452. Neelektrizované a méně frekventované tratě jsou obsluhovány motorovými jednotkami řad 810, 814, 854, nebo motorovými lokomotivami s přípojnými vozy (viz příloha č.2).

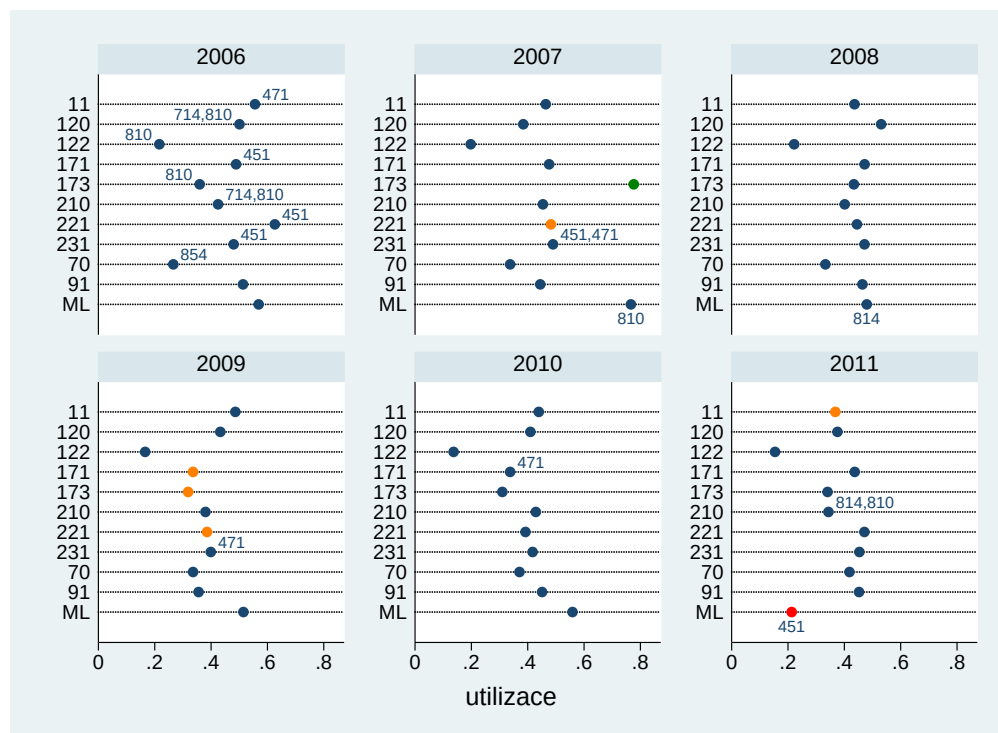
Otázka simultaneity⁴⁴, tedy zda poptávka po železnici vytváří nabídku nebo naopak, není jednoznačná. Proces objednávky a nabídky vlaků byl sice popsán, nicméně nejsou nastavena závazná pravidla pro jeho dodržování. Je možno ho shrnout následovně. Ropid připraví podobu objednávky dopravních výkonů, přičemž je omezen ve svém rozhodování objemem přidělených peněz od města Prahy, a KCOD Praha objednávku nacení. Následně, pro objednaný objem výkonů, musí být rezervována kapacita dopravní cesty u SŽDC. Trvá-li celý proces objednávky dlouho, kapacita dopravní cesty může být „rozebrána“ a celý dopravní koncept se může rozpadnout.

Dochází k situacím, kdy má organizátor PID určité představy, jež se snaží realizovat bez ohledu na poptávku cestujících. Výsledkem jsou jízdy minimálně vytížených vlaků. Na druhé straně jsou patrné snahy KCOD Praha, spočívající v optimalizaci řazení vlaků na základě analýz přepravních průzkumů. K přetíženým vlakům jsou pak přidávány přípojně vozy a u málo vytížených vlaků naopak ubírány, v období dopravních špiček jezdí na vybraných tratích zdvojené soupravy.

⁴⁴Vzhledem k tomu, že ČD přijímají cenu IDS a prakticky nemohou pružně reagovat s cenotvorbou tarifu TR 10 na změny exogenních nákladů (elektrická energie, pohonné hmoty, kolektivní mzdy, daňová sazba, atd.), nebude simultánní kauzalita představovat dále v naší analýze problém. V opačném případě bychom se snažili nalézt platné instrumenty, pomocí kterých bychom odstranili problém vychýlených odhadů.

Na následujícím grafu je možné demonstrovat, jak vývoj odlišných měr průměrné vytíženosti vlaků, tak i hlavní kvalitativní změny, představované počtem spojů a druhem vlaků na jednotlivých tratích.

Obrázek 3: Utilizace a řady hnacích vozidel dle jednotlivých tratí



Zdroj: Vlastní zpracování

Kromě vlivu poptávky existuje několik dalších příčin, které způsobují odlišnosti v míře vytíženosti vlaků. Čísla u konkrétních měr utilizace představují typizované řady kolejových vozidel, které danou trať obsluhují. Nasazení kvalitativně vyšší řady jednotek na dané trati, je v grafu znázorněno napsáním čísla řady jednotky k roku, ve kterém byla nasazena. *Oranžová* barva signalizuje situace, ve kterých došlo k výraznému zvýšení počtu objednaných vlaků a k poklesu průměrné vytíženosti. *Zeleně* je naopak zvýrazněn pokles počtu objednaných vlaků s následným nárůstem vytíženosti. *Červená* barva zachycuje výše diskutovaný problém, kdy objednatel na městské lince v roce 2011 prosadil nasazení elektrických jednotek 451 s kapacitou 211 míst k sezení, čímž nahradil stávající řadu 814 (Regionova), jejíž kapacita je 86 sedadel a průměrná vytíženost poklesla na 21 %. Dalším faktorem, který negativně ovlivňuje průměrnou vytíženost vlaků, jsou obě-

hové důvody. I přesto, že příměstská PID představuje systém s největšími přepravními proudy, průměrná utilizace linek je pro období 2002-2011 na úrovni 43 %.

3.3 Poptávka

Poptávka po železniční přepravě, jako jediného segmentu PID, dlouhodobě roste. Při absenci dlouhodobého plánování může poptávka narazit na limity nabídky, které spočívají v omezené kapacitě dopravní cesty a nedostatečné infrastruktuře. Příčinou přetížení dopravní cesty je nárůst počtu objednaných vlaků PID, ale i komerční přepravy. To prodlužuje čekací doby vlaků na předjetí komerčními rychlíky a v konečném důsledku prodlužuje dobu jízdy pro cestující. Infrastrukturní nedostatky spočívají v krátkých nástupišťích (peronech) ve vybraných zastávkách, které nemohou být obsluhovány delšími soupravami tak, jak by vyžadovala poptávka.

Počet přepravených cestujících na tratích PID ve sledovaném období 2002-2011 zobrazuje následující graf. Nejvíce poptávané jsou dlouhodobě tratě 11, 171, 221, 231 a 91. Na významu nabývá Městská linka. Naopak dlouhodobě nejméně vytíženou je tangenciální trať 122.

Z pohledu časové variace průběhu přepravní poptávky na železnici PID můžeme učinit následující závěry. Rozdělení poptávky je dáno dvěma vrcholy a jedním dnem. Minimálního zatížení dosahuje železnice mezi 3. a 4. hodinou ranní. K přepravní špičce během pracovního dne dochází mezi 6. a 8. hodinou dopoledne, následuje dno mezi 9. a 13. hodinou a odpolední špička, charakteristická větším rozptylem, přibližně od 14. do 18. hodiny. Přepravní špička o sobotách mezi 7. a 9. hodinou ranní, dosahuje přibližně 70 % hodnot pracovního dne. Nejvyšší poptávka je ovšem v neděli mezi 18. a 19. hodinou, kdy se vrací studenti a víkendoví cestující zpět do hlavního města. Nejvýznamnějším dnem podle počtu přepravených osob i podle výkonů v oskm je pátek.

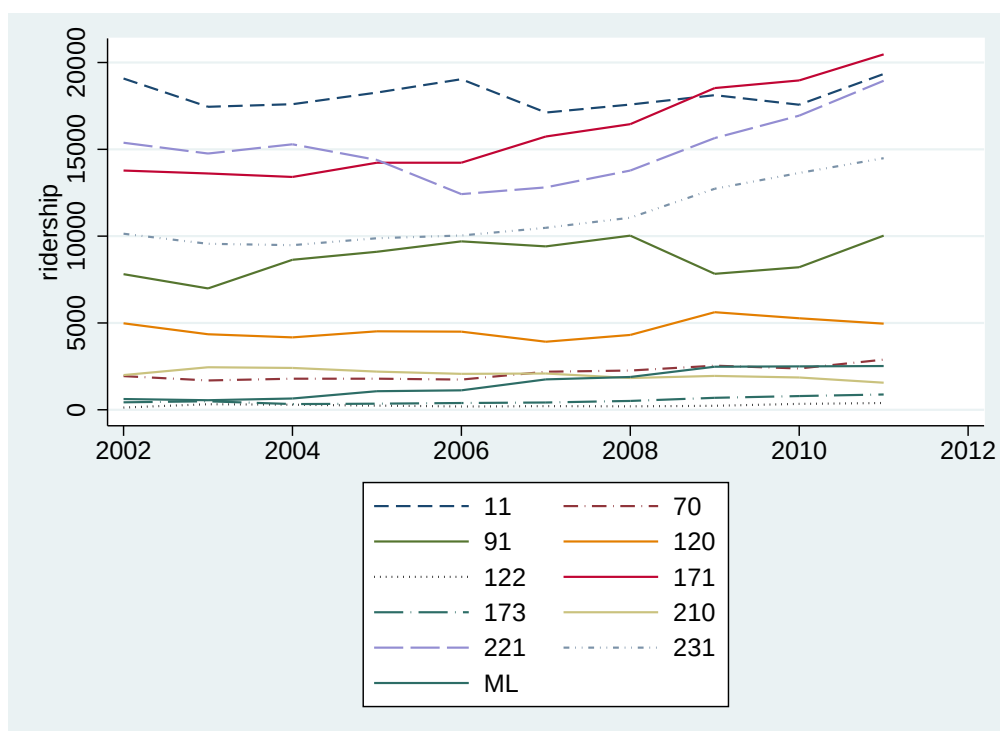
Rozložení poptávky po 2285 vlacích PID v průběhu pracovního dne zobrazuje následující graf.

3.4 Proměnné

Předmětem této subkapitoly bude, s ohledem na výše diskutované, popis a metodika výpočtu všech relevantních proměnných, a dále odůvodnění jejich zařazení do modelu poptávkové funkce.

Endogenní proměnnou modelu je počet přepravených cestujících na dané trati. Proměnná vznikla jako výstup pravidelných průzkumů skladby jízdních dokladů vždy v říjnu daného roku.

Obrázek 4: Poptávka dle jednotlivých tratí



Zdroj: Data ČD,a.s., vlastní zpracování

Cena představuje první exogenní proměnnou tohoto modelu. Vzhledem k tomu, že ČD jsou schopny do značné míry provádět alokaci nákladů na jednotlivé tratě, ale už ne správně alokovat výnosy na konkrétní tratě, není výpočet ceny zcela jednoduchý.⁴⁵ Dalším důvodem komplikovaného výpočtu je široká nabídka jízdních dokladů PID a ČD, ze kterých si cestující v IDS mohou vybírat. Při analýze tarifu PID ve sledovaném období 2002-2011 bylo identifikováno 87 produktů.⁴⁶ U většiny produktů dochází k úpravám ceny průměrně každé 3 roky. Existují ale i výjimky, u kterých se cena během posledních 9 let nezměnila.⁴⁷ U tarifu ČD dochází ke změnám jednotlivých produktů velice nepravidelně. Například, jednoduché jízdné 15+⁴⁸ pro průměrnou přepravní vzdálenost na síti

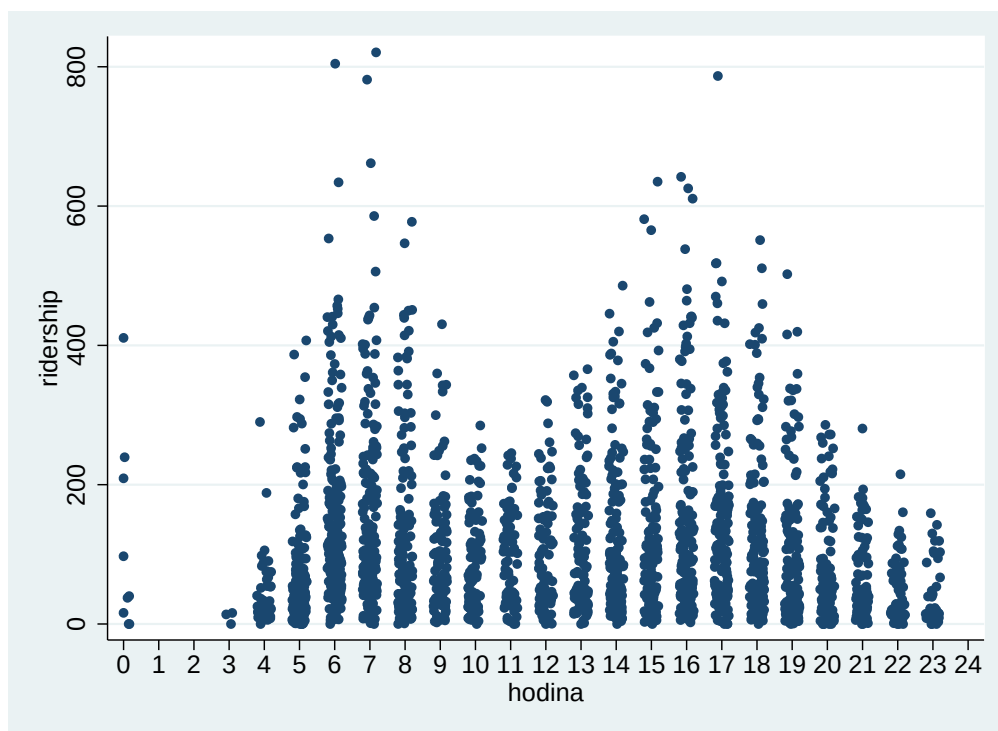
⁴⁵V současné době umí ČD přiřadit, s určitou mírou přesnosti, tržby ke konkrétní trati. Nikoli však tržby a ani počet cestujících ke konkrétnímu vlaku. K tomu účelu slouží právě sčítací kampaně. Při zakoupení skupinové jízdenky se v účetním systému zobrazí pouze záznam o jednom produktu, ale nikoli údaj o počtu lidí, kteří na danou jízdenku jeli.

⁴⁶Výroční zprávy Dopravního podniku Praha 2002-2011.

⁴⁷Jedná se o časové předplatné jízdenky doplňkové k předplatní jízdence pro vnější pásma.

⁴⁸„Jednoduché jízdné 15+“ je název základního nezlevněného produktu ČD.

Obrázek 5: Rozložení poptávky po železnici během průměrného pracovního dne



Zdroj: Sčítací kampaně ČD, vlastní zpracování

ČD v České republice za posledních deset let, která je 36-40 km, bylo v období 2002 – 2007 na stejné úrovni ve výši 36 Kč. Ke změně traťového jízdného dochází v průměru každé 3 roky.⁴⁹ Zvláštní kategorii jízdného PID představují předplatné kupony (1M, 3M, roční). Návratnost 1M kupónů je přibližně po 21 jízdách. Po zakoupení tohoto druhu jízdného jsou dodatečné mezní náklady za jízdu nulové.

Ceny jízdného PID jsou nastavovány dle vnějších tarifních pásem a podle průměrného počtu jízd v pracovním týdnu, ceny ČD dle kilometrické vzdálenosti.

Úspěch neustálého integračního procesu od roku 1994 dokládá kontinuální nárůst podílu jízdních dokladů PID ze 17,4 % na současných 70,3%. Význam jednotlivých jízdenek PID narůstá mírně (8,5 %).⁵⁰

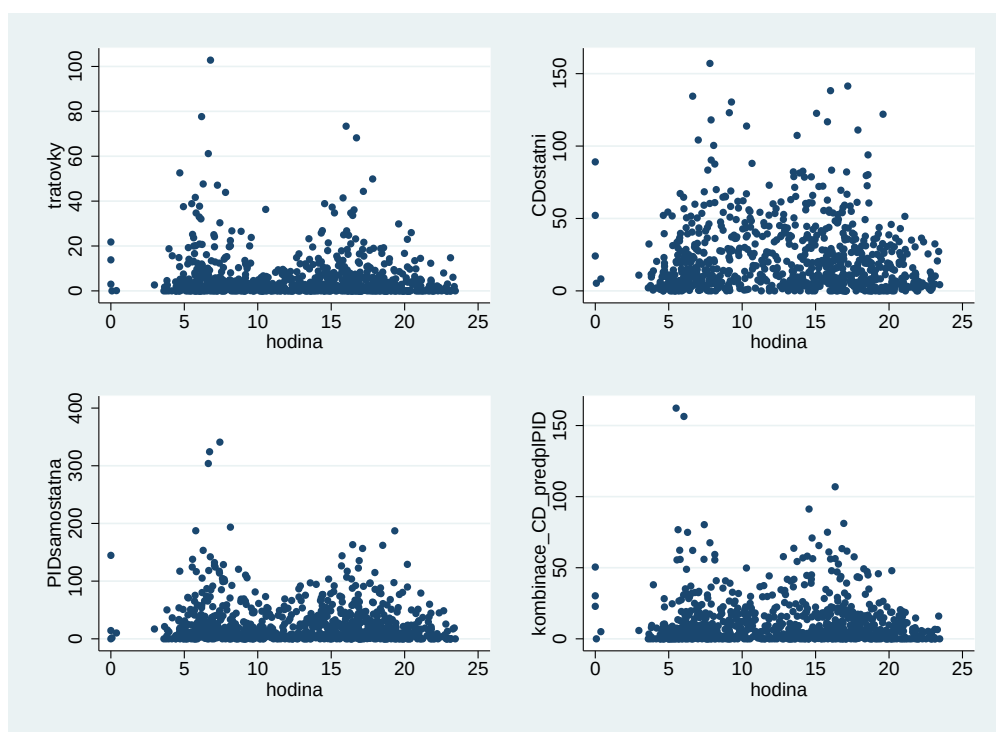
⁴⁹Traťové jízdné představuje časovou jízdenku pro vybranou železniční relaci, ČD Tarif TR10 2002-2011.

⁵⁰Průzkum skladby jízdních dokladů na železničních tratích PID, 2002-2011.

Pro správné určení ceny každé kategorie jízdného je nezbytné pochopit chování cestujících v PID.⁵¹ To můžeme shrnout do následujících bodů: majorita cestujících využívá PID pro cestu za prací nebo do školy více než 5 x týdně; v průměrném pracovním dnu realizuje cestující 4 jízdy; 75 % všech cestujících využívá pro svou cestu některý z předplatných kuponů (1M, 3M, roční); 66 % cestujících preferuje rychlejší spojení s přestupy oproti přímému spojení bez přestupů.

Podobně jako Litman (2004) rozlišuje segmenty cestujících dle cenové elasticity na *dependent* a *discretionary*, lze očekávat odlišné elasticity pro různé druhy jízdních dokladů i v PID.

Obrázek 6: Rozložení poptávky dle vybraných produktů



Zdroj: Průzkum skladby jízdních dokladů ČD, vlastní zpracování

Graf zobrazuje čtyři kategorie jízdních dokladů, které jsou cestujícími na železnici v PID nejčastěji užívány. Očekáváme, že jízdní doklad, v jehož rozložení jízd během pracovního dne jsme schopni jasně definovat ranní a odpolední špičku, bude reprezentovat

⁵¹Předpoklady založeny na materiálech ČD: Anketní průzkumy kvality a využití PID z let 2005, 2007, 2009, 2011. Počet dotazovaných respondentů byl v průměru 1200.

segment pravidelně dojíždějících cestujících za školou a prací. Takové cestující můžeme označit slovy Litmana (2004) jako *dependent*, jelikož očekáváme, že jejich poptávka po železnici bude značně neelastická. Poptávka, u které nejsme během dne schopni jasné identifikovat dopravní špičky a sedlo, bude pravděpodobně více elastickou a očekáváme větší reakce cestujících na případné změny cen. Po analýze poptávky všech kategorií jízdného na železnici v PID očekáváme, že nejvíce elastickým produktem je *ČD ostatní*⁵². Poptávka nemá jasnou formaci špičky a sedla a je během pracovního dne více rozptýlena. Předpokládáme dále, že na tyto doklady jezdí příležitostní cestující, kteří jsou více citliví na změny cen. Ostatní kategorie jízdného jsou poptávány spíše pravidelnými dojíždějícími za školou a prací a můžeme u nich očekávat méně elastickou poptávku.

Pro potřeby modelu byly kategorie jízdních dokladů seskupeny do tří vzájemně odlišných proměnných (1. ČD jízdenky, 2. PID předplatní jízdenky a 3. PID jednotlivé jízdné). V následující tabulce jsou zobrazeny nejen všechny relevantní produkty, které utváření jednotlivé cenové proměnné, ale i metodický postup výpočtu ceny za jednotlivou jízdu pro každý produkt.⁵³

Tabulka 7: Kategorie jízdného a metodika výpočtu ceny

Proměnná	Produkt	Poznámka a výpočet ceny
priceCD	ČD traťové ⁵⁴	3M dle pro nejvíce vytížené relace
priceCD	ČD ostatní	Příjmová sazba na osobu
pricePID	PID+kupon bus/vlak	(3M PID + kupon pro danou relaci) /120
pricePID	PID předplatní	3M PID předplatní/120
pricePID	ČD+předpl.PID	(Příjmová sazba na osobu + 3M PID)/120
singlePID	* Jednotlivé jízdné (JJ)	JJ PID dle platného tarifu
singlePID	JJ 2 pásma	...
singlePID	JJ 3 pásma	...
singlePID	...	...
singlePID	JJ 9 pásem	...
singlePID	krátkodobá 24h, P+R	...

Zdroj: vlastní zpracování

Následně byl pro každou trať vytvořen jeden spotřebitelský koš (součet všech cestujících ve sledovaném období 2002-2011 pro každý produkt zvlášť), ze kterého byla spočtena výsledná cena pomocí váženého průměru.⁵⁵ Variabilita cenového indexu je zajištěna úpravami cen jednotlivých produktů v čase. Pomocí takto vytvořeného cenového

⁵²Do této kategorie spadají všechny produkty ČD dle platného tarifu TR10.

⁵³Do výpočtu nebylo zahrnuto, vzhledem ke svému specifickému charakteru, režijní jízdné pro zaměstnance ČD a jiných organizací.

⁵⁵Vahami bylo procentní zastoupení dané kategorie jízdného ve spotřebitelském koši každé tratě.

indexu se nám podařilo odfiltrovat vliv počtu přepravených cestujících na cenu.⁵⁶

Další kontrolní proměnnou je *počet vlaků*. Zde uvažujeme, obdobně jako v předchozím modelu, kladný vliv na poptávku.

Výše již byl diskutován proces *suburbanizace*. Od roku 2005 došlo k prodloužení celkové doby jízdy z místa bydliště do zaměstnání nebo do školy z 16 – 30 minut na současných 31 - 45 minut.⁵⁷ Dále se v posledních letech zmenšuje mezera mezi výjezdy z Prahy a příjezdy ze suburbii do Prahy.⁵⁸ Tyto faktory dále přispívají k hypotéze o rostoucím vlivu suburbanizace na zvyšující se počet přepravených cestujících na železnici v PID. Výpočet této proměnné byl proveden jako podíl populace všech obcí mimo území Prahy a součtu populace katastrálních území Prahy, ve kterých vlak na dané trati zastavuje.⁵⁹

U proměnné *populace* opět očekáváme kladný vliv na zvyšování poptávky. Její výpočet je, obdobně jako u předchozí proměnné, komplikovaný. Pokud bychom disponovali dokonalými informacemi o všech obyvatelích PID, pak by nebyl problém přiřadit konkrétní obyvatele ke konkrétní železniční trati. V našem případě musíme tento krok nějak aproximovat. Často se hovoří o tzv. atrakčních oblastech nebo izochronách, tedy oblastech, u kterých předpokládáme, že nejsou ještě tak vzdálené od železniční zastávky, aby byl potenciální cestující, díky dlouhé docházkové vzdálenosti, odrazen od užívání železnice.⁶⁰ Výpočet této proměnné byl nakonec proveden součtem počtu obyvatel obcí mimo území Prahy a populace katastrálních území Prahy u příslušných železničních zastávek.

Proměnná *flood2002* je nula-jednotkovou proměnnou. V srpnu roku 2002 postihla Českou republiku a Prahu povodeň. Následně došlo k zaplavení pražského metra a k dalšímu ochromení hromadné dopravy v Praze. Provoz metra se začal postupně obnovovat od října a původní úroveň rozsahu služeb dosáhl až v roce 2003. Železnice v tomto období výrazně ulehčila přetíženému systému hromadné dopravy a poukázala na její přednosti. I přesto, že data pochází z říjnového průzkumu, očekáváme, že po zkušenosti příležitostných cestujících se železnicí během povodní, železnice některé z nich atraktovala, a tento efekt se projeví ve zvýšené poptávce.

Zavádění *taktové dopravy* či taktového jízdního řádu (TJR) je výrazným kvalitativním zlepšením pro cestující na dané trati. K vyjádření těchto pojmů Hrabáček (2011, str. 5) dodává: „Výraz takt je chápán jako časový interval v násobku celých hodin (1h, 2h

⁵⁶Po vytvoření cenového indexu autor zjistil, že obdobně k dané problematice přistupuje Matas (2006).

⁵⁷Anketní průzkumy kvality a využití PID z let 2005, 2007, 2009, 2011.

⁵⁸V pracovní den překročí hranici města na železnici z Prahy 41310 cestujících a směrem do Prahy 36120 (RD, 2011).

⁵⁹I přesto, že tento postup není ideální, lepší metoda aproximace pravděpodobně není možná.

⁶⁰Autor byl v kontaktu se zástupci společnosti Chaps, která se specializuje na dopravní software. Bohužel ani společnost Chaps nedisponuje databází, kterou bychom mohli použít pro přiřazení počtu obyvatel k železničním zastávkám.

takt). Časová perioda v násobku minut (5, 10, 15, 20, 30 atd.) je pak vyjádřena slovem interval. Společným výrazem pro obojí je pak chápán spíše pojem periodický jízdní řád.“ Hlavní předností TJŘ je jeho snadná zapamatovatelnost pro cestující, v důsledku čehož můžou lépe plánovat případné návazné spoje. Zkracování TJŘ je zpravidla spojeno se zvyšujícím počtem vlaků, mezi kterými si cestující mohou vybrat. Tím může dojít k většímu rozložení poptávky během dne, ke snížení vytíženosti vlaků v ranní a odpolední špičce a k dalšímu atraktivování nových cestujících, kteří dříve upřednostňovali autobus či automobil před přeplněnou vlakovou soupravou. Z provozního hlediska spočívají výhody v uzavřenosti systému oběhů vozidel. Jinými slovy, je-li určitá trať v průběhu dne obsluhována stejným vlakem, dojde ke snížení potřeby plánovat například přípojné spoje. Jedná se o dummy proměnnou, pro jejíž tvorbu posloužily jednotlivé traťové jízdní řády 2002-2011. Na trati se zavedením či zkrácením TJŘ očekáváme zvýšený zájem o železniční přepravu.

Mezi další dummy proměnné modelu řadíme informaci o nasazení kvalitativně vyšší řady vlaku. V kapitole týkající se nabídky jsme diskutovali vytíženosti a kategorie vlaků, které obsluhují dané tratě. Předpokládáme, že nasazení modernějšího vlaku zvýší komfort cestování a může atraktivovat cestující z jiných přepravních modů. Proměnná *quality* nabývá hodnoty 1, pokud byly v daném roce na vybrané trati nasazeny kvalitnější vlaky oproti předchozímu roku. V opačném případě nabývá hodnoty 0.⁶¹

Poslední kontrolní proměnnou modelu je opět kvalitativní ukazatel, *rychlost*. Ta je jednou z hlavních determinant, na základě které se cestující rozhodují o volbě dopravního prostředku. Výše bylo zmíněno, že 66 % cestujících PID upřednostňuje rychlejší spojení s přestupy proti přímému spojení bez přestupů při delším čekání na přímý spoj. Cestující se snaží minimalizovat celkovou dobu přepravy z domova do cílového místa a právě rychlost železnice je klíčovým faktorem její konkurenceschopnosti proti městské a individuální automobilové dopravě. Vzhledem k omezené propustnosti kolejí a rychlostním poměrům na daných tratích, není možno neustále zkracovat dobu jízdy. Pro výpočet této proměnné byly analyzovány traťové jízdní řády 2002-2011, ze kterých byla určena průměrná rychlost linek v čase pro konkrétní trať. Dále jsme zkoumali nejkratší dojezdovou vzdálenost z počáteční do cílové stanice a cestovní dobu automobilové přepravy. Podílem těchto dvou hodnot vznikl ukazatel rychlosti železnice vůči konkurenčnímu modu dopravy.⁶² Je možné, že cestující nejsou senzitivní na změny cestovního času v řádu

⁶¹S nasazováním nových vlaků do provozu je spojen ještě další efekt. V České republice je z historických důvodů velká skupina obdivovatelů dráhy. Dochází k situacím, kdy nákup a výrazné renovace vlaků nebo lokomotiv samy o sobě vyvolávají zvýšenou poptávku po těchto vlacích.

⁶²Pohledem cenové konkurenceschopnosti nevyšla cesta automobilem na sledovaných tratích (za předpokladu obsazenosti vozu jednou osobou), v období 2002-2011, ani v jednom případě levněji než přeprava

jednotek minut.⁶³ I přesto ale očekáváme kladný vliv zkracování jízdní doby vlaku na poptávku po železnici.

Za určitých okolností by mohly do modelu poptávky vstupovat ještě další proměnné. *Utilizace*, tedy poměr poptávky a počtu nabízených sedadel každého konkrétního vlaku, pravděpodobně z důvodu porušení výše diskutovaného předpokladu striktní exogenity, nemůžeme do modelu zařadit. Ukazatel o *zpoždění* jednotlivých vlaků by také mohl poskytnout důležité informace o tom, zda narůstající četnost zpožděných vlaků odrazuje cestující od volby železnice. Databáze o zpožděných vlacích neexistuje, jinak bychom ukazatel o zpoždění spočetli jako rozdíl mezi plánovanou a skutečnou dobou příjezdu vlaku. Proměnnou *počet železničních zastávek* a *délka tratí* v PID nemá smysl, díky nízké variabilitě, do modelu zahrnovat. *Čistota* by mohla mít vliv na počet cestujících. Je však otázkou, do jaké míry jsou cestující odrazováni špinavým interiérem či posprejovaným vlakem v momentě nástupu do vlaku. Ve střednědobém horizontu by v reakci na špinavé vlaky pravděpodobně klesl počet cestujících, ale vzhledem k tomu, že vlaky jsou pravidelně čistěny dle údržbových řádů, neočekáváme velký vliv této proměnné.⁶⁴ *Objem investic* do renovací interiéru vozidel by také mohl pozitivně ovlivňovat poptávku. Zde je třeba se zaměřit na investice, které cestujícímu zpříjemní cestu (např. nově potažené sedačky). Renovace lokomotivy či soukolí cestujících do své užitkové funkce pravděpodobně nezařazuje.

Teoretický model poptávky po železnici v PID vypadá následovně:

$$ridership = f(\overset{\ominus}{priceCD}, \overset{\ominus}{pricePID}, \overset{\ominus}{singlePID}, \overset{\oplus}{trains}, \overset{\oplus}{suburb}, \overset{\oplus}{popul}, \overset{\oplus}{flood}, \overset{\oplus}{tact}, \overset{\oplus}{quality}, \overset{\oplus}{speed})$$

3.5 Data

Pro kvantifikaci modelu jsou použita data z několika zdrojů. Hlavním datovým vstupem jsou Průzkumy skladby jízdních dokladů na železničních tratích PID 2002-2011.⁶⁵ Tyto průzkumy se provádí na základě poptávky ČD, organizátora PID a slouží ke zjištění objemu přepravy a struktury skladby jízdních dokladů za účelem získání podkladů

vlakem na tarif TR10. Tarif PID by ještě zvýraznil cenovou konkurenceschopnost železniční přepravy oproti individuální automobilové.

⁶³Sledované období je sice charakteristické vysokým počtem změn průměrných cestovních dob, nicméně všechny tyto změny jsou v úzkém intervalu 1-5 minut oboustranně a je tedy otázkou, jakou roli můžou hrát tak malé změny v rozhodování cestujících o volbě dopravního prostředku.

⁶⁴Kvantifikovat náklady na čištění a odstraňování škod je možno přímo v účetním systému ČD.

⁶⁵Jako další zdroje dat posloužily tarify PID 2002-2011, traťové jízdní řády 2002-2011, údaje o počtu cestujících v obcích České republiky (dostupné přes portál www.czso.cz), maps.google.cz pro určení vzdálenosti a jízdní doby automobilu a pro určení ceny benzínu portál www.ccs.cz.

pro dělbu tržeb v PID. Tyto průzkumy se provádí již od roku 1994, ale staršími verzemi před rokem 2002 nedisponují ani ČD, ani organizátor Ropid. Charakter a konzistence týdenního sběru dat v průběhu měsíce října, umožnily sestojit panelová data. Průzkumy obsahují informace o všech vlacích, které na dané trati v týdnu průzkumu jely: 8182 vlaků, které jely v pracovní dny a 4638 víkendových vlaků. Vzhledem k častému výskytu duplicitních záznamů⁶⁶ bylo třeba vytvořit algoritmus, kterým se tyto duplicity odstranily, aniž by došlo ke ztrátě ostatních informací.⁶⁷ Jednoznačným identifikátorem vlaku je jeho číslo. Díky této znalosti jsme schopni zpětně dohledat konkrétní řazení daného vlaku (a tedy i počet nabízených míst k sezení), čas a směr jízdy vlaku. Samotný proces identifikace jednotlivých vlaků je poměrně časově náročný. Primárním zdrojem byla databáze ČD, pomocí které jsme byli schopni identifikovat vlaky v období 2007-2011. Pro identifikaci vybraných vlaků 2005-2006 byla použita on-line databáze⁶⁸ a zbývající vlaky 2002-2005 byly identifikovány z papírových oběhů hnacích vozidel (ukázka oběhu v příloze č. 3).⁶⁹ Agregované počty přepravených cestujících na tratích bylo třeba verifikovat z důvodu (některých) špatně sečtených sčítacích archů.

Z důvodu lepší interpretace jsme opět převedli proměnné modelu na jejich přirozené logaritmy. Monetární proměnné byly očištěny o inflaci. Statistický popis proměnných datového souboru je obsažen v následující tabulce.

Tabulka 8: Statistický popis použitých dat

Proměnná	Průměr	(Sm. odch.)	Min.	Max.
<i>ridership</i>	7300.1	(6592.587)	190	20470
<i>priceCD</i>	28.932	(4.517)	22.534	37.534
<i>pricePID</i>	22.582	(5.051)	13.164	32.981
<i>singlePID</i>	27.163	(4.638)	20.821	49.094
<i>trains</i>	51.764	(26.1)	5	127
<i>suburb</i>	0.829	(0.962)	0.017	3.937
<i>popul</i>	86210.455	(38661.174)	11574	155717
<i>speed</i>	1.003	(0.285)	0.528	1.576
N		110		

⁶⁶Průzkum na tratích byl zajišťován studenty Fakulty dopravní ČVUT, kteří společně s průvodčími či samostatně dotazem u cestujících zjišťovali druh použité jízdenky. U vlaků s velkou poptávkou byl průzkum prováděn více studenty, z nichž každý pořizoval záznam do jiného archu. Ve výsledném výstupu tyto duplicity již nebyly sečteny.

⁶⁷Za pomoc při tvorbě algoritmu by chtěl autor poděkovat vedoucímu práce, Ing. Janu Zouharovi, PhD.

⁶⁸www.zelpage.cz

⁶⁹Za poskytnutí archivních oběhů a zorientování se v nich patří poděkování panu Rektorovi z Českých drah, který jako jediný těmito oběhy disponuje.

3.6 Metoda odhadu a ekonometrický model

Vzhledem k charakteru dat použijeme pro odhad modelu metodu fixních efektů. Odhadovaná rovnice bude mít následující tvar:

$$lridership_{it} = \beta_0 + \beta_1 lpriceCD_{it} + \beta_2 lpricePID_{it} + \beta_3 lsinglePID_{it} + \beta_4 ltrains_{it} + \beta_5 lsuburb_{it} + \beta_6 lpopul_{it} + \beta_7 flood2002_{it} + \beta_8 tact_{it} + \beta_9 quality_{it} + \beta_{10} lspeed_{it} + \beta_{11} lpriceCAR_{it} + a_i + u_{it}$$

Dále odhadneme model ve více specifikacích pro každý segment zvlášť (CD, PID, single) jak pro pracovní dny, tak i víkendy.

3.7 Výsledky a interpretace

V žádném z níže prezentovaných modelů nebyla zjištěna přítomnost multikolinearity. Model fixních efektů byl odhadnut, vzhledem k výskytu heteroskedasticity, s užitím robustních standardních chyb.⁷⁰ Nulovou hypotézu o nepřítomnosti autokorelace v modelu se pomocí Wooldridgeova testu autokorelace nepodařilo zamítnout. Autokorelaci se nepodařilo odstranit ani užitím prvních diferencí. Výsledné intervaly spolehlivosti, *t*-testy a *F*-testy ztrácí na korektnosti, ale i tak jsou odhady modelu konzistentní a nestranné. Časové efekty v podobě dummy proměnných nebyly z důvodu jejich společné nevýznamnosti do modelu fixních efektů zahrnuty.

Pro srovnání byl model odhadnut metodou *Pooled OLS* (POLS). Breuschův-Paganův (*p*-value = 0.292) ani Whiteův test nezamítl nulovou hypotézu o homoskedasticitě. Odhad prvními diferencemi neposkytl uspokojivé výsledky. Kvantifikaci modelů zobrazuje následující výstup.

Odhadnuté parametry mají v obou modelech očekávaný směr působení. Oba modely jsou charakteristické vyšší elasticitou u proměnné *lpriceCD* ve vztahu k proměnné *lpricePID*. To potvrzuje výše zmíněnou hypotézu o větší senzitivitě příležitostných cestujících, kteří používají doklady ČD proti druhé skupině, která pravidelně dojíždí do školy a zaměstnání na předplatní kupony PID, a při navýšení ceny za jízdné pravděpodobně nemá moc možností pro omezení své poptávky po přepravě. Hodnota cenové elasticity u proměnné *lpricePID* ve výši -0.022 je pravděpodobně blíže očekávání než hodnota druhého modelu. Předplatní kupony nabízí z dlouhodobého hlediska jednoznačně nejvýhodnější způsob cestování po železnici na území Prahy. Proto i při nárůstu ceny tohoto produktu neklesne poptávka vůbec, nebo pouze minimálně.

⁷⁰Vyřazením dvou průřezových jednotek z modelu (122, 173), došlo ke zvýšení celkového koeficientu determinace modelu.

Tabulka 9: Výsledky odhadu

Variable	Pooled OLS	FE
	(Std. Err.)	(Std. Err.)
lpriceCD	-1.762** (0.466)	-0.672 (0.818)
lpricePID	-0.0220 (0.448)	-0.407 (1.547)
lsinglePID	-0.162 (0.527)	-0.473** (0.471)
ltrains	1.015** (0.199)	0.184 (0.153)
lsuburb	0.0265 (0.0592)	2.060** (1.316)
lpopul	0.123 (0.183)	3.865 (1.772)
flood2002	0.283 (0.173)	0.124 (0.0726)
tact	0.188** (0.0585)	0.116 (0.0549)
quality	0.157 (0.124)	0.158* (0.0629)
lspeed	0.525* (0.242)	0.596* (0.219)
lpriceCAR	1.887** (0.367)	0.527 (0.229)
intercept	1.562 (2.755)	
N	110	90
R ²	0.886	0.601
F	118.82	63.34

Elasticita proměnné $lpriceCD$ ve výši -1.762 z prvního modelu by implikovala, že poptávka je i v krátkém období elastická. Z tohoto pohledu se jeví, i s ohledem na ostatní empirické studie, jako přesnější odhad druhého modelu, ve kterém je cenová elasticita poptávky krátkodobě neelastická (-0.672). Jednotlivého jízdné představuje doplňkový produkt nabídky cestování po železnici spíše pro příležitostné cestující. Z pohledu celkového objemu jednotlivých dokladů vůči jízdnému ČD a PID zaujímá nejméně významnou položku. Realitě bližší se zdá být tedy elasticita -0.473.

Nárůst počtu vlaků o 1 % se, ceteris paribus, projeví v nárůstu poptávky o 1.015 % (0.184 %). Rozšíření nabídky vlaků a zvyšování četnosti jízd atrahuje cestující, kteří v minulém období při neexistující nabídce volili jiný dopravní prostředek.

Koeficienty suburbanizace a populace se sice vzájemně liší, nicméně směr jejich působení je v obou modelech stejný. Dle očekávání, růst počtu obyvatel PID přispívá k nárůstu poptávky po přepravě. Proces suburbanizace v obou modelech přispívá k nárůstu poptávky méně než nárůst populace. Důvodem mohou být výše zmíněné komplikace s konstrukcí této proměnné, respektive nepřirazení správného počtu obyvatel k suburbii a centru města.

Dle očekávání vychází také koeficienty u dummy proměnných. Efekty povodně ze srpna roku 2002 pravděpodobně ještě doznívaly v průběhu října, což se pozitivně odrazilo na zvýšené poptávce po železnici. Postupné zavádění a zkracování taktové dopravy taktéž pozitivně ovlivňuje poptávku. Růst kvality nasazováním nových jednotek velmi pravděpodobně zaujímá nové cestující, pro které se tímto stává železnice vhodným dopravním módem. 1% nárůst počtu nových jednotek zvýší, ceteris paribus, poptávku o 0.157 %.

I přes úpravy změny cestovní doby v řádu jednotek minut se ukázal vliv rychlosti na poptávku kladný. Tento výsledek potvrzují i zkušenosti zaměstnanců ČD na trati 011, kde došlo k úpadku části poptávky díky prodloužení doby přepravy v důsledku křížování vlaků (respektive čekání vlaků PID na průjezd komerčních vlaků).

Poslední koeficient u proměnné $lpriceCAR$ druhého modelu je velice podobný výsledku prvního modelu této práce a dále potvrzuje hypotézu o pozitivním vlivu nárůstu ceny benzínu na poptávku po železniční přepravě.

Následující specifikace modelů umožní analyzovat poptávku v průběhu pracovního dne a o víkendu. V roli endogenních proměnných jsou počty cestujících na jízdní doklad CD a PID. Třetí kategorie jednotlivého jízdného nebyla z důvodu nevýznamnosti modelu do přehledové tabulky zahrnuta. První dva modely zobrazují poptávku v průběhu pracovního dne. Obě specifikace modelů jsou odhadnuty metodou fixních efektů s robustními standardními chybami. Odhad poptávky po železnici během víkendu zobrazují

poslední dva modely. Obdobně jako v předchozích případech užíváme pro odhad metodu fixních efektů s robustními chybami. V druhém modelu se dle Wooldridgeova testu nevyskytuje autokorelace ($p - value = 0.3448$) ani heteroskedasticita a model splňuje všechny GM předpoklady.

Tabulka 10: Výsledky odhadu

Variable	workCD	workPID	weekendCD	weekendPID
	(Std. Err.)	(Std. Err.)	(Std. Err.)	(Std. Err.)
lpriceCD	-1.162 (0.542)		-0.366 (0.626)	
lpricePID		-1.027 (1.212)		0.667 (0.590)
ltrains	-0.173 (0.265)	0.109 (0.274)	0.350 (0.279)	0.245 (0.200)
lsuburb	2.296 (1.757)	1.887 (1.558)	-1.558* (0.611)	-1.631** (0.525)
lpopul	4.184 (2.242)	4.333 (2.411)	-1.910** (0.547)	-0.257 (0.743)
flood2002	0.150 (0.0896)	-0.0374 (0.0798)	-0.0535 (0.0940)	-0.151 (0.114)
tact	0.108 (0.0633)	0.112 (0.0724)	-0.0402 (0.0295)	-0.0296 (0.0874)
quality	0.174* (0.0654)	0.145* (0.0576)	0.0386 (0.0600)	0.00486 (0.0840)
lspeed	0.208 (0.361)	0.847* (0.248)	-0.565 (0.480)	0.466 (0.546)
lpriceCAR	-0.265 (0.253)	0.637** (0.251)	0.0549 (0.251)	0.219 (0.382)
N	90	90	100	100
R ²	0.333	0.691	0.484	0.360

Poptávka je opět elastičtější pro cestující, kteří jezdí na jízdní doklad ČD. Směr působení proměnné *ltrains* v prvním modelu se projevil neočekávaně se záporným znaménkem. Proměnné *lpopul* a *lsuburb* s podobnou velikostí koeficientů významně, dle očekávání, zvyšují poptávku. Důvod rozdílného působení dummy proměnné *flood2002* je možno vysvětlit následovně. Cestující ze suburbií zvýšili poptávku po železnici z důvodu

špatné průjezdnosti hlavního města osobním automobilem, zatímco záporný koeficient u skupiny cestujících s doklady PID mohla být způsoben dočasným útlumem poptávky po železnici z důvodu komplikované přepravy na území města Prahy (v pásmech P, 0, B). Ostatní dummy proměnné mají očekávaný směr i podobné hodnoty elasticit. U proměnné *lpriceCAR* u prvního modelu spíše očekáváme kladnou elasticitu, proměnná z druhého modelu nabývá blízké hodnoty s elasticitami předchozích modelů.

Koeficient determinace R^2 u čtvrtého modelu udává, že zvolený model vysvětluje 36 % celkové variability. Na 1% hladině významnosti je signifikantní pouze proměnná *lsuburb*, jejíž koeficient nabývá hodnoty -1.631. Hodnota p -value F -testu je menší než 0.01, a proto na 1% hladině významnosti zamítáme hypotézu o nevýznamnosti modelu.

Cenová elasticita dokladů ČD během víkendu je v souladu s ostatní literaturou. Díky charakteru krátkodobě neelastické poptávky cestujících na nárůst ceny jízdného ČD o 1 % sníží svou poptávku o 0.37 %. Překvapující je kladná hodnota koeficientu proměnné *lpricePID*. Nepředpokládáme existenci Giffenova statku.⁷¹ Velikost proměnné *lsuburb* v obou modelech a její negativní vliv na železniční poptávku je výraznou odlišností mezi poptávkou o víkendu a během pracovního dne. Poptávka suburbií po železniční přepravě je dominantní během pracovních dnů, avšak o víkendu tyto přepravní proudy ustávají na úkor poptávky požitkové, která má původ ve výjezdech z Prahy nebo naopak v příjezdech do hlavního města ze vzdálenějších destinací. Velikost populace také nevysvětluje víkendovou poptávku. Záporná hodnota koeficientu proměnné *flood2002* svědčí o útlumu víkendové poptávky po jízdách železnicí do Prahy. Ochromená městská doprava a poničené památky pravděpodobně přispěly k odrazení potenciálních turistů, kteří svou cestu odložili. Slabý a pozitivní vliv na poptávku má zlepšování kvality vlaků, zatímco dummy proměnná *tact* pravděpodobně nepředstavuje důležitý faktor o rozhodování o uskutečnění jízdy.

4 Vliv nasazení vlaků Stadler na poptávku po Jizerskohorské železnici

V první kapitole této práce byly diskutovány některé kvalitativní determinanty poptávky po železnici. Kromě počtu železničních zastávek, nabízené kapacity a počtu spojů, byla zmíněna i proměnná řada jednotky. Při analýze PID jsme zkonstruovali několik specifikací modelů, jenž obsahovaly dummy proměnnou *quality* a výše jejích koeficientů ve všech případech poukazovala na kladný vliv na poptávku po železnici v PID. Je tedy

⁷¹V pracovní dny je poměr dokladů PID k CD dvojnásobný. Během víkendu jsou počty dokladů vyrovnané. Zdroj neočekávaného koeficientu by mohl být v chybné aproximaci této proměnné.

účelné, věnovat se detailněji vztahu zvýšené kvality vozidel na růst poptávky po železniční přepravě. Účelem této části práce bude změřit efekt nasazení nových jednotek Stadler na Jizerskohorské železnici v roce 2012. Pro určení meziroční změny použijeme odhadovou metodu *Difference in Differences* (DID).⁷²

4.1 Kontext

Jizerskohorská železnice zahrnuje přibližně jednu třetinu délky tratí Libereckého kraje. Jedná se celkem o 5 železničních tratí, které obsluhují tyto relace: trať 034 Smržovka - Josefův Důl, 036 Liberec – Harrachov, 037 Liberec – Černousy, 038 Raspenava – Bílý Potok pod Smrkem, 039 Frýdlant – Jindřichovice pod Smrkem. Výběrovým řízením na obsluhu těchto tratí po dobu 15 let, pro období 2011 – 2026, byla nakonec vybrána nabídka Českých drah, které se díky dlouhodobému charakteru smlouvy zavázaly k nákupu 16 zcela nových motorových železničních jednotek řady 840 od výrobce Stadler Rail, které byly, i přes řadu technických problémů, v roce 2012 nasazený do provozu. V současnosti je do turnusové potřeby zahrnuto 14 vlaků a 2 jsou v záloze. Optimalizací IDS Libereckého kraje (IDOL) se zabývá integrátor KORID společně s KCOD Liberec a zástupci krajského úřadu.

Pozorovanou (*treatment*, TG) skupinou je trať č. 038 z Raspenavy do Bílého Potoka pod Smrkem. Očekáváme, že nasazení nových moderních jednotek Stadler v roce 2012 na trať č. 038 způsobilo nárůst železniční poptávky oproti předešlému roku 2011, ve kterém byla stejná trať obsluhována motorovými jednotkami řady 810, které jsou z kvalitativního pohledu tím nejhorším, co mohou ČD cestujícím nabídnout. Nasazení vlaku Stadler na trati 038 představuje zřejmě největší meziroční skok ve kvalitě na celé železniční síti. Za kontrolní skupinu (*control*, CG) byla vybrána trať č. 086 na relaci Liberec – Česká Lípa, která, jako jediná ze všech tratí kraje, ve sledovaném období nedoznala žádných změn v kvalitě nabízených vlaků.

4.1.1 Data

Vzhledem k charakteru výzkumné otázky jsou pro nás relevantní data z roku 2011 a 2012 o počtu vypravených vlaků na dané trati a jejich obsazenosti. Jedinečným zdrojem tohoto typu dat jsou pravidelné sčítací kampaně prováděné průvodčími ČD. Údaje byly

⁷²Je-li autorovi známo, jedná se o první pokus použít tuto odhadovou techniku pro zjištění efektu nasazení nových vozidel na poptávku. DID estimátor byl sice v souvislosti se železnici používán, ale k určení jiných efektů: impaktu železnice na hospodářský růst USA koncem 19. století (Donaldson, Hornbeck, 2012) a zkoumání dopadu přístupu k železnici na zlepšení stavu zemědělství v USA (Atack, Margo, 2011).

získány od organizátora KORID LK, který je, na základě žádosti autora této práce, obdržel od KCOD Liberec. Datový soubor se skládá celkem ze čtyř exportů dat, vždy jeden pro každou trať v daném roce, které zobrazují počty přepravených cestujících na konkrétních vlacích z období 14 denní sčítací kampaně v měsíci březnu.⁷³ Dataset obsahuje celkový počet 810 vlaků. Verifikace počtu a čísel vlaků v datovém souboru byla provedena prostřednictvím traťových jízdních řádů. Popisné statistiky zkoumaných železničních tratí zobrazuje následující tabulka.

Tabulka 11: Statistický popis použitých dat

Proměnná	Průměr	(Sm. odch.)	Min.	Max.
TG	20.56	(13.68)	1	78
CG	51.12	(32.56)	3	207
N		810		

4.1.2 Metodologie

DID estimátor (Meyer, 1995) je, zejména v poslední době, často užívaným nástrojem ekonometrické analýzy pro hodnocení efektů politik na datech neexperimentálního charakteru. Metoda spočívá v porovnání účinku změny na pozorovanou skupinu s kontrolní skupinou. Kritickým předpokladem pro použití DID estimátoru je, že pozorované i nepozorované charakteristiky ovlivněné a kontrolní skupiny musí mít společný trend. Skupiny se od sebe odlišují pouze změnou (treatment), která musí být exogenního charakteru. Při platnosti těchto dvou předpokladů můžeme spočítat efekt změny (*treatment effect*, TA) prostým odečtením trendu kontrolní skupiny od pozorované skupiny. Definujeme-li y_{it} jako průměrnou hodnotu i -té skupiny v čase t , můžeme DID estimátor pro náš případ zapsat jako:

$$(ridership_{38,2012} - ridership_{86,2012}) - (ridership_{38,2011} - ridership_{86,2011})$$

Statistická významnost DID estimátoru se testuje regresní rovnicí (Wooldridge, 2003, str. 415-417):

$$Y_{it}^j = \beta_0 + \delta_0 T_t + \beta_1 X_i + \delta_1 X_i T_t + u_{it}^j,$$

kde Y_{it}^j je počet přepravených osob na lince i v čase t . Horní index j je označením skupiny (CG = 0, TG = 1). Konstanta β_0 určuje průměrný počet cestujících ve vlaku

⁷³ Autor disponuje též daty pro ostatní tratě Jizerskohorské železnice, avšak pro nesplnění předpokladů užití metody DID (viz dále v textu) s nimi nebylo dále pracováno.

u CG. Dummy proměnná T_t značí období po změně (post-treatment period), tedy rok 2012, a koeficient δ_0 zachycuje změnu poptávky pro obě tratě z roku 2011 na rok 2012. X_i je dummy proměnnou nabývající hodnoty 1 pro TG a 0 pokud se jedná o CG. Předmětem zájmu je koeficient odhadu DID estimátoru δ_1 , který měří čistý efekt nasazení vozů Stadler, ovšem při splnění výše diskutovaných dvou předpokladů. $X_i T_t$ je dummy proměnnou, jenž nabývá hodnoty 1 pro rok 2012, ve kterém byly nasazeny nové vlaky na trati č. 38. Neexistence odlišností ve vývoji pozorované a kontrolní skupiny mohou představovat silný předpoklad. Z tohoto důvodu se do rovnice pro zpřesnění odhadu koeficientu δ_1 zahrnují ještě další kontrolní proměnné. Těmi ovšem pro vlaky v datasetu nedisponujeme, a proto se zaměříme na klíčové předpoklady užití metody DID.

První předpoklad o *exogenitě změny* byl výše již přiblížen. O zakomponování požadavku na nákup nových vlaků pro výherce výběrového řízení bylo rozhodnuto zástupci Libereckého kraje. Nákup nových jednotek Stadler ze strany ČD byl podmíněn uzavřením 15-leté smlouvy na provoz Jizerskohorské železnice. Nejednalo se tedy v žádném případě o reakci na předpokládaný vývoj zvýšené poptávky cestujících po železniční přepravě. Z kapacitního pohledu Stadler nabízí 71 míst k sezení a řada 810 55 míst. Ve špičkách v obou obdobích jezdily soupravy zdvojené a ani v roce 2011 nikdy nebyla plně využita kapacita 110 sedadel.

Druhý předpoklad hovoří o existenci *společných trendů* pro obě tratě. Ty můžeme analyzovat několika různými pohledy a eliminovat tak možné disproporcionality ve vývoji CG a TG, které by mohly negativně ovlivnit naše odhady.

Na obou relacích ve sledovaném období nedošlo k výrazným úpravám silniční infrastruktury, které by limitovaly užívání osobních automobilů a následně přinutily obyvatele používat železniční dopravu. Stejně tak nebyly výrazně měněny železniční jízdní řády a počty vlakových souprav, které na tratích jezdí. Na ovlivněné trati ubyl pouze jeden noční spoj, všech 216 vlaků z roku 2011 zůstalo na kontrolní trati beze změny v jízdním řádu a také nedošlo ke změně jejich řazení.⁷⁴

Z pohledu průměrné cestovní rychlosti můžeme konstatovat, že došlo meziročně u TG dokonce k poklesu z 29.79 km/h na 27.52 km/h z důvodů čekání na přípojný vůz v Raspeňavě. Rychlost vlaků u CG meziročně také mírně klesla z 38.47 km/h na 38.08 km/h díky prodlouženému pobytu vlaku v Křížanech.⁷⁵

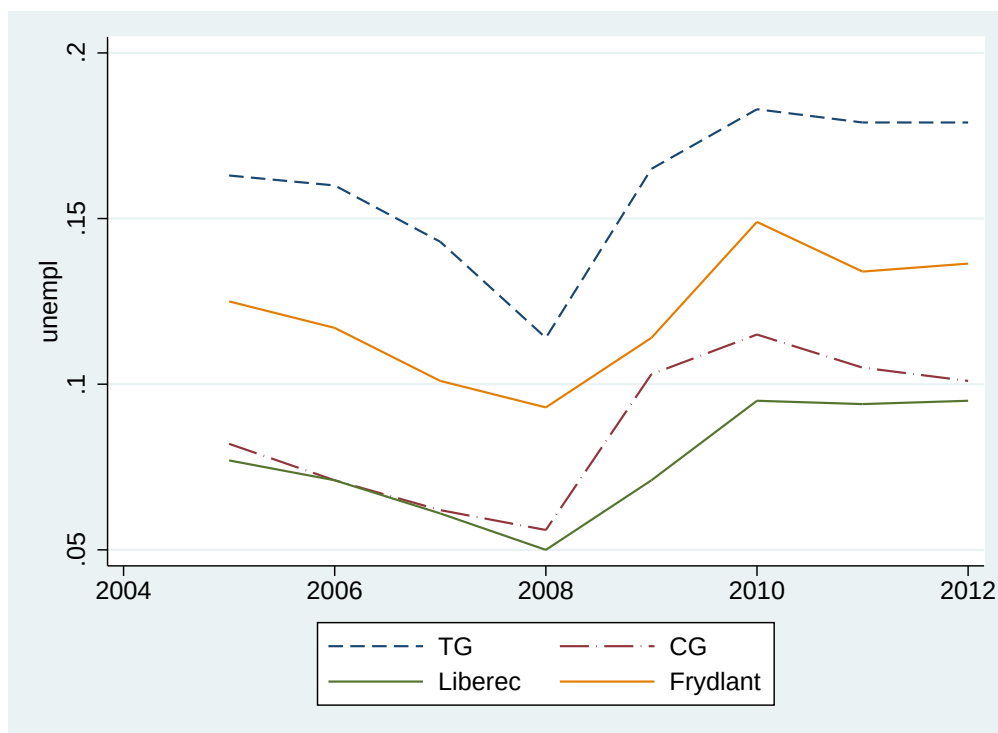
Meziroční změny monetárního faktoru tarifů jsou pro obě tratě shodné. Cestující mají možnost výběru tarifu ČD (meziroční změna 1 CZK pro TG a 2CZK pro CG) a tarifu IDS IDOL (nezměněn od roku 2009).

⁷⁴I v roce 2012 jsou nasazovány motorové vozy řady 814 Regionova a řady 854 s přípojnými vozy.

⁷⁵Data interní databáze ČD získána od KCOD Liberec. Průměrná cestovní rychlost je počítána jako průměr reálné rychlosti všech vlaků, které v daném měsíci na trati jely.

Na základě analýzy demografických charakteristik spádových oblastí (definovaných městem/obcí se železniční zastávkou) nedošlo prakticky k žádné změně. Počet obyvatel u TG se zvýšil o 0.17 % a u CG poklesl o 0.06 %. I s ohledem na výsledky prvního modelu této práce má smysl u krajské poptávky sledovat spíše nezaměstnanost, ale ani ta nevykázala protichůdný směr pro obě skupiny. Výše nezaměstnanosti pro CG a TG byla spočtena váženým průměrem z počtu obyvatel a míry nezaměstnanosti obcí, kterými trať projíždí. Vývoj nezaměstnanosti je zobrazen jak pro TG, CG, spádové město Liberec a pro srovnání také město Frýdlant, kam menší část cestujících z TG dojíždí za prací. Vzhledem k výrazně nezměněné výši nezaměstnanosti nepředpokládáme, že by se měla zásadně změnit struktura cestujících. Z grafu je patrný společný trend vývoje nezaměstnanosti pro všechny sledované skupiny v čase.⁷⁶

Obrázek 7: Průměrná míra nezaměstnanosti pro CG, TG, města Liberec a Frýdlant

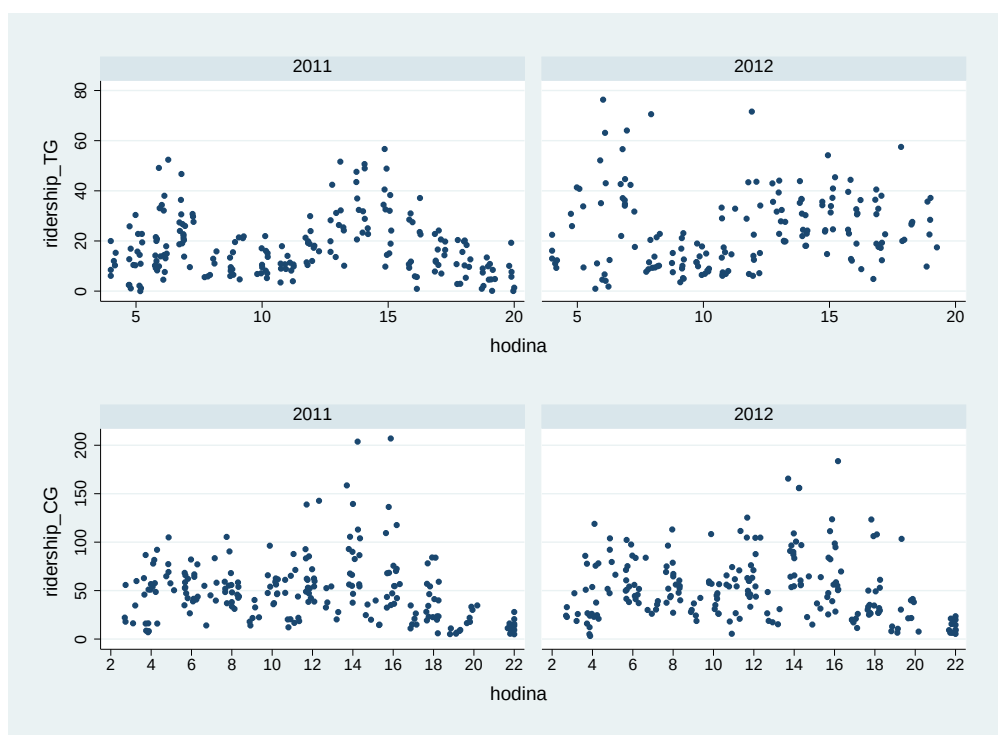


Zdroj: portál zaměstnanosti MPSV

⁷⁶Míry nezaměstnanosti v roce 2012 jsou za 1.Q. Míru nezaměstnanosti pro TG se za 1.Q. 2012, z důvodu přechodu úřadu práce Liberec na nový systém, který pohledy na menší obce neumožňuje, nepodařilo získat. Podařilo se ale získat souhrnné údaje o uchazečích o práci pro TG. Vzhledem k jejich téměř shodné velikosti proti roku 2011, ponecháváme míru nezaměstnanosti pro TG na úrovni předešlého roku. To je i kvalifikovaný odhad analytického oddělení úřadu práce Liberec.

Vhodným nástrojem testování společného trendu CG a TG je vizuální kontrola meziročního průběhu přepravní poptávky v průběhu průměrného dne na každé trati (viz graf č. 9). Rozložení poptávky CG se zdá být meziročně na první pohled velmi podobné. V roce 2012 nejsme schopni, až na dvě odlehlé pozorování, na chování poptávky identifikovat žádné odchylky oproti roku 2011. U TG v roce 2011 je jasně patrný tvar ranní a odpolední špičky. V roce 2012, po nasazení nových vozidel došlo k výraznému nárůstu poptávky v průběhu ranní špičky, poptávka v době přepravního sedla je shodná pro obě období. Zdá se, že návrat zvýšeného počtu ranních cestujících je více rozložen v čase a odpolední špička má větší rozptyl. Předpokládáme, že meziroční nárůst ranní poptávky je způsoben atraktivitou nových vlaků. Dalším neméně zajímavým faktorem, který mohl výrazně navýšit poptávku, zejména v počátcích provozu nových vlaků, byl zvýšený zájem škol a příležitostných cestujících, kteří se ve velkých počtech obraceli na zástupce ČD v kraji s dotazy na jízdní řády nových vlaků.

Obrázek 8: Meziroční rozložení poptávky pro TG a CG



Zdroj: Sčítací kampaně ČD za březen 2011 a 2012

Pro zjištění velikosti efektu nasazení vlaků Stadler na trati č. 38 budeme odhadovat následující ekonometrický model, ve kterém bude, z důvodu lepší interpretace, vysvětlovanou proměnnou logaritmus počtu přepravených osob:

$$lridership_{it}^j = \beta_0 + \delta_0 y_{2012} + \beta_1 TG + \delta_1 TGy_{2012} + u_{it}^j,$$

4.2 Výsledky odhadu

Níže odhadnutý model splňuje všechny GM předpoklady. V modelu se nevyskytuje heteroskedasticita (p -value = 0.1984) ani multikolinearita (dle výsledků VIF testu).

Tabulka 12: Výsledky odhadu

Variable	Coefficient	level-level
	(Std. Err.)	(Std. Err.)
y2012	0.048 (0.074)	2.144 (2.451)
TG	-1.091* (0.074)	-32.497* (2.468)
TGy2012	0.324* (0.108)	4.524 (3.600)
Intercept	3.686* (0.052)	50.097* (1.733)
N	810	810
R ²	0.292	0.27
F	110.89	99.419

Výsledná hodnota F -testu testuje významnost modelu jako celku. Vzhledem k tomu, že minimální hladina významnosti p -value je menší než 0.01, zamítáme hypotézu o nevýznamnosti modelu na 1% hladině významnosti. Individuální t -testy vyjadřují významnost proměnných TG a $TGy2012$ na 1% hladině významnosti. Koeficient determinace modelu vysvětluje 29.2 % variability modelu, ale vzhledem k výše diskutovaným předpokladům užití metody DID neočekáváme případ vynechání významné proměnné v modelu.

Hlavní pozornost je upřena na koeficient u proměnné $TGy2012$. Vzhledem k užití semilogaritmické transformace rovnice je hodnota efektu 100násobkem hodnoty koeficientu. Výsledný efekt nasazení nových vozidel na trati z Bílého Potoka přes Hejnice do Raspenavy je 32.4 % pro každý vlak.

Po odhadnutí té samé rovnice bez logaritmického tvaru vysvětlované proměnné činí nárůst přepravených osob v každém vlaku, oproti předchozímu období, 4.52 člověka. Hodnotu interceptu 50.097 můžeme interpretovat jako průměrný počet přepravených osob ve vlaku na relaci Česká Lípa – Liberec. Dle koeficientu u dummy proměnné *y2012* vzrostl v průměru počet cestujících ve všech vlacích z roku 2012 oproti roku 2011 o 2.144 osob. Hodnota koeficientu proměnné *TG* říká, že průměrný počet přepravených cestujících ve vlaku na trati ovlivněné nasazením nových vozů je o 32.497 osob nižší než na trati kontrolní.

5 Závěr

V této práci byly diskutovány a identifikovány determinanty poptávky po příměstské vlakové dopravě. Jejich vliv na poptávku byl odhadnut metodou fixních efektů a prostřednictvím estimátoru difference-in-differences. Hlavní předností této práce je její originální přístup k měření poptávky po vlakové dopravě. Dostupnost detailních dat o poptávce a složení jízdních dokladů, zejména při zkoumání poptávky po Pražské integrované dopravě, na druhé straně limituje a vytváří potřebu vysoce kvalitních dat ostatních kontrolních proměnných modelu. Při jejich neexistenci je třeba vytvářet předpoklady a určité abstrakce, což pravděpodobně ovlivnilo některé výsledky odhadů. Lepších výsledků by bylo možno dosáhnout s užitím účetních dat o počtech prodaných produktů, ovšem ani tyto informace by nebyly, vzhledem k odlišné metodice účtování dokladů v čase, pro přesný odhad modelů ideální.

Hlavní zjištění, ke kterým jsme v průběhu práce došli, můžeme zformovat do následujících bodů.

Časové rozložení poptávky po příměstské železniční dopravě ve velkých městech se chová podobně jako u menších měst. Pozorujeme ranní i odpolední přepravní špičku.

Největším zdrojem poptávky jsou pravidelně dojíždějící cestující do zaměstnání a do školy. Především na pravidelné cestující by měla cílit nabídka Českých drah.

Příležitostní cestující jsou více citliví na změny cen jízdného než pravidelní cestující.

České dráhy hrají v regionální dopravě spíše roli price-takera. Podmínky pro uplatňování diferencované cenotvorby fungují u komerční železniční přepravy.

Zvýšením tarifu Českých drah by pravděpodobně došlo k poklesu tržeb, naopak zdražením předplatného jízdného Pražské integrované dopravy by tržby mohly vzrůst.

K rigiditě cen tarifu ČD, dopravních podniků a IDS přispívá politický cyklus a snaha udržet si přízeň voličů.

Míra úrovně zaměstnanosti je jednou z hlavních příčin kolísání poptávky po železnici.

Nahrazení starých vozů novými železničními vozy výrazně zvýší poptávku nejen v důsledku přílivu pravidelných cestujících z konkurenčních modů přepravy, ale i díky zvýšení atraktivity pro příležitostné cestující.

Precizní optimalizace při plánování výkonů vlaků ve vztahu k jejich poptávce může uspořít značnou část veřejných prostředků.

Další výzkum v oblasti zkoumání železniční poptávky by se mohl zaměřit na konkrétní IDS s větší mírou detailu dat. Velký potenciál v podobě dat pro analýzu poptávky se skrývá v datových tržištích Českých drah, a.s., jejichž informační hodnota není zdaleka využívána. Bez automatizované znalosti o počtu cestujících ve vlacích, až na ojedinělé

sčítací kampaně, stále nebudeme schopni pochopit potřeby a chování cestujících na železnici. Věříme, že tato práce zaplní dosavadní mezeru v empirickém zkoumání železniční poptávky v České republice a bude impulsem pro její další zkoumání.

Zdroje

ATAACK, Jeremy – MARGO, Robert: The impact of access to rail transportation on agricultural improvement, NBER, 2011

ASENSIO, J.: The Success story of Spanish suburban railways: determinants of demand and policy implications, Transport Policy, Volume 7, Issue 4, 2000, Pages 295-302

BALTAGI, Badi H.: Econometric Analysis of Panel Data, Third Edition, 2005, ISBN 0-470-01456-3

BEKO, Jani: Demand Functions for Services of Public Railway Passenger Transportation: An Empirical Analysis for Slovenia, Managing Global Transitions 1, 2003, 135-152

BRŮHOVÁ-Foltýnová: Analýza každodenního dopravního chování dospělého městského obyvatelstva a nástroje regulace dopravy, Přehledová studie: Rešerše literatury 2.1 projektu MD 24/2006-430-OPI/3, 2007

DONALDSON, Dave – HORNBECK, Richard: Railroads and American Economic Growth: a Market Access Approach, NBER, March 2012

GOODWIN, P.B.: A review of new demand elasticities with special reference to short and long run effects of price changes, Journal of Transport Economics and Policy, 26, 156-169

GUJARATI, Damodar: Basic Econometrics, Fourth Edition, The McGraw-Hill Companies, 2004, ISBN 0-07-025214-9

HRABÁČEK, Jan: Aplikované metody taktového jízdního řádu, dizertační práce, Univerzita Pardubice, 2011

KLEPRLÍK, Jaroslav: Modelování přepravní poptávky v systému dopravní obsluhy, Scientific Papers of the University of Pardubice, Series B, The Jan Perner Transport Faculty, 2004

LITMAN, Todd: Transit Price Elasticities and Cross-Elasticities, Victoria Transport Policy Institute, Journal of Public Transportation, Vol. 7, No. 2, 2004

LITMAN, Todd: Transportation Elasticities: How Prices and Other Factors Affect Travel Behavior, Victoria Transport Policy Institute, 2011

MATAS, Anna: Demand and revenue implications of an integrated public transport policy. The case of Madrid, Departament d'Economia Aplicada, Barcelona, 2006

MELICHAR, Vlastimil: Cenová elasticita poptávky ve veřejné osobní dopravě, Scientific Papers of the University of Pardubice, Series B, The Jan Perner Transport Faculty, 2002

MEYER, B.: Natural and quasi-experiments in economics, Journal of business and

economic statistics, 1995, 13, 151-161

OWEN, A.D.-PHILLIPS G.D.A.: The Characteristics of Railway Passenger Demand, Journal of Transport Economics and Policy, 1987

STOCK, James – WATSON, Mark: Introduction to Econometrics, Third Edition, 2003, ISBN-10- 0321278879

ŠTĚRBA, Roman – Pastor, Otto. Osobní doprava v území a regionech. 1. Vydání. Praha: ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03185-3

ŠTĚRBA, Roman. Integrované řešení dopravní obsluhy území: Integrated solving of public transport in a territory. V Praze: České vysoké učení technické, 2004, 25 s. ISBN 80-01-03067-9

VOITH, Richard: Commuter Rail Ridership: The Long and the Short Haul, Journal of Urban Economics 30. 360 – 372, 1991

WOOLDRIDGE, Jeffrey: Introductory Econometrics: A Modern Approach, 2. vydání, Mason, 2003, ISBN: 0324113641

WOOLDRIDGE, Jeffrey: Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data, 2. vydání, The MIT Press, 2009, ISBN-10:0-262-23219-7

Dopravní politika České republiky pro léta 2005-2013

Prohlášení o dráze celostátní a regionální (JŘ 2011/2012)

Ročenka dopravy České republiky, Ministerstvo dopravy, 2003-2011, ISSN 1801-3090

Tarif TR10 Českých drah, a.s. 2002-2011

Vyhláška Ministerstva dopravy č.241/2005 Sb.

Zákon č.266/1994 Sb., o dráhách, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 77/2002 Sb., o vzniku akciové společnosti České dráhy, státní organizaci Správa železniční dopravní cesty a o změně zákona č.266/1994 Sb.

Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě

Průzkum skladby jízdních dokladů na železničních tratích PID, 2002-2011

Výroční zprávy Dopravního podniku Praha, 2002-2011

www.ccs.cz

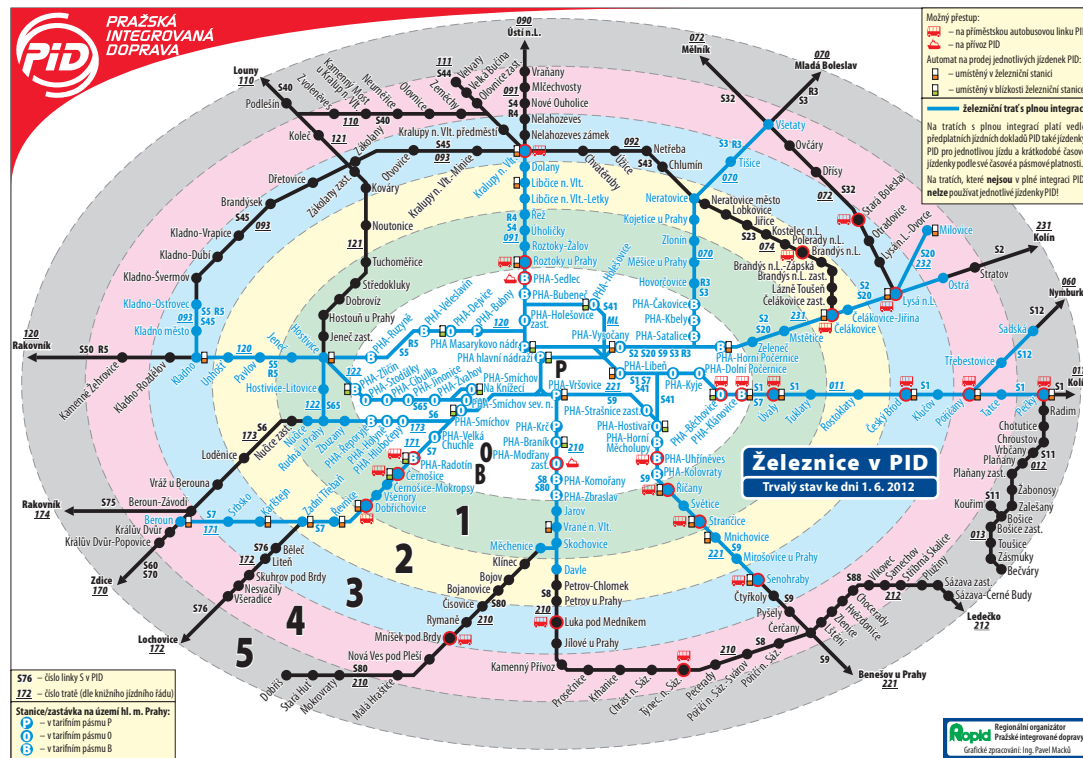
www.czso.cz

www.portal.mpsv.cz

www.zelpage.cz

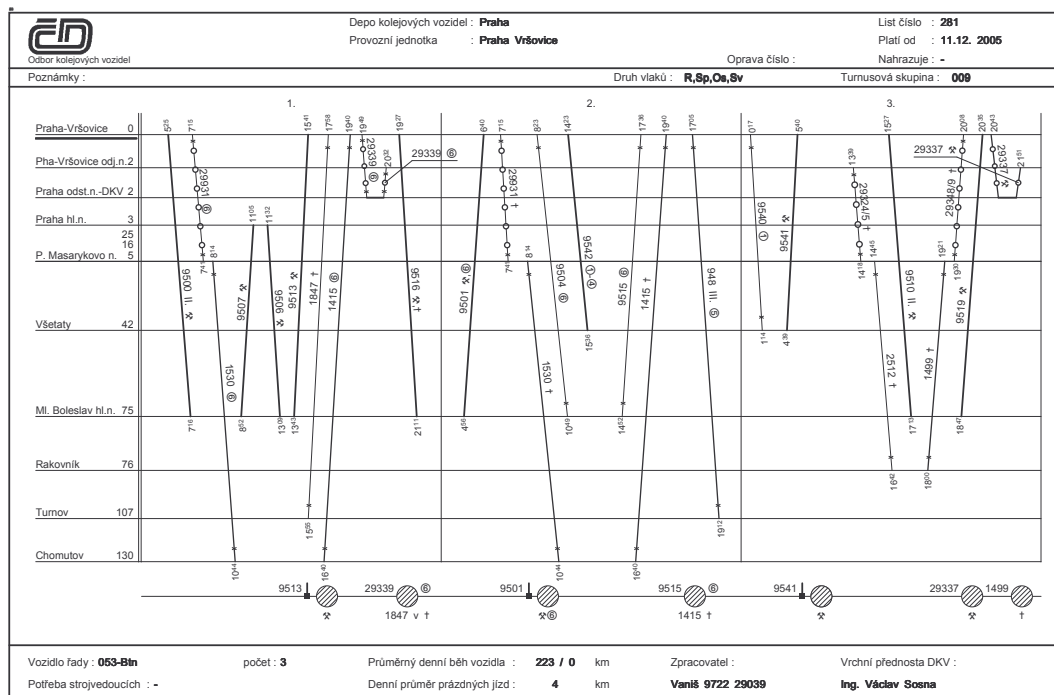
A Železniční mapa PID

Obrázek 9: Železniční mapa PID



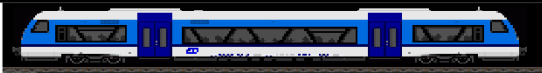
B Oběh hnacího vozidla

Obrázek 10: Oběh hnacího vozidla



C Základní přehled vlaků

Obrázek 11: Základní přehled vlaků

	číslo řady HV	míst
	471/Elefant	310
	451	211
	814/Regionova	86
	840/Stadler	71
	854	48
	810	55