APLIKACE MIKROSIMULAČNÍCH MODELŮ V OSOBNÍ DOPRAVĚ: ZKUŠENOSTI Z ČR A ZAHRANIČÍ

Hana Brůhová-Foltýnová, Centrum pro otázky životního prostředí UK v Praze*

1. Úvod

Předkládaný článek shrnuje zkušenosti s aplikací mikrosimulačních modelů v sektoru dopravy v zahraničí a popisuje podobný mikrosimulační model vytvořený a kalibrovaný pro Českou republiku. Jedná se pravděpodobně o první model tohoto typu pro Českou republiku.

Doprava je významným segmentem ekonomiky, který je ovlivňován řadou exogenních i endogenních faktorů, jež je třeba vzít v úvahu při modelování vztahů mezi dopravou a ekonomikou či životním prostředím. Mezi exogenní faktory patří např. výše cen pohonných hmot na světových trzích, aplikace nástrojů dopravní politiky, vývoj mezinárodního obchodu či ekonomický růst. Mezi endogenní faktory můžeme zahrnout náklady na mzdy pracovníků dopravních podniků, organizace dopravního sektoru apod. Při analýze dopadů dopravního sektoru na ekonomiku či životní prostředí se proto často využívají scénáře popisující změnu některého z vybraných faktorů.

Také v tomto článku jsou definovány scénáře změny některých exogenních faktorů, které jsou následně pomocí mikrosimulačního modelu analyzovány. Jeden ze scénářů popsaných v tomto článku představuje nárůst cen ropy na světových trzích, další dva zahrnují aplikaci ekonomických nástrojů regulace dopravy.

Obvykle je cílem zavedení nástrojů regulace snižování ekonomické neefektivnosti (především internalizace externích efektů, jako jsou emise z dopravy, hluk, dopravní nehody, znečištění vod nebo kongesce[1]), optimalizace využití zdrojů (zábor půdy[2]a spotřeba pohonných hmot) a v neposlední řadě získávání prostředků na financování výstavby a údržby dopravní infrastruktury.

---

* Tento článek vznikl díky podpoře z grantu GA ČR „Teoretická analýza regulace dopravy“ č. 402/07/P484.

1 Náklady kongescí (tj. náklady času stráveného v dopravních zácpách) představují podle většiny studií v západní Evropě největší položku externích nákladů z dopravy (OECD, 2002). V odborné literatuře se však lze setkat i s tím, že ne vždy jsou považovány za externí efekt (Brůhová-Foltýnová, 2006). Je to z toho důvodu, že zdržení v důsledku dopravní zácpy si způsobují uživatelé dopravní komunikace navzájem, tyto dopady se tudíž netýkají zbytku společnosti. Jinak je však třeba přistupovat např. k vyšší produkci emisí v důsledku neefektivního spalování při popojíždění v malých rychlostech v kolonách – zde se již jedná o typický příklad negativního externího efektu.

2 Zvláště v urbánních oblastech, kde má veřejný prostor multifunkční využití (Spiekermann a Wegener, 2004).

Ekonomické nástroje regulace (také tržně-konformní nástroje) využívají tržní signály k dosažení žádoucího chování tržních subjektů tím, že mění relativní ceny (Stavins, 2003). Jiný typ nástrojů představují administrativní nástroje („*command-and-control*"), které jsou založeny na donucovací pravomoci orgánů státní správy (Stavins, 2003). Kromě ekonomických a normativních nástrojů využívá dopravní politika také prostředky založené na „měkkých přístupech" k optimalizaci dopravních proudů. Jejich příkladem je management poptávky po dopravě[3] nebo využití moderních informačních technologií pro navigaci vozidel a výběr trasy. S regulací dopravy pak úzce souvisí nabídka dopravních služeb, která svým rozsahem a kvalitou může ovlivnit využití jednotlivých druhů dopravy, dopravních komunikací, typ paliv a další.[4]

Nástroje regulace postupně získávají stále významnější místo v dopravní politice – jejich použití je dnes častější s tím, jak narůstají objemy dopravy a s tím spojené výše zmíněné neefektivity[5] (Nash et al., 2001).

Cílem tohoto textu je diskutovat výsledky tří scénářů analyzovaných pomocí simulačního modelu kalibrovaného pro pět největších měst ČR a porovnat je s výsledky obdobných zahraničních studií. Nejprve podávám přehled o výsledcích analýz vybraných relevantních zahraničních studií věnovaných simulacím dopadů regulačních nástrojů na ekonomiku a životní prostředí. Poté představím metodu a výstupy použité při aplikaci vlastního simulačního modelu na česká města a na závěr srovnávám výsledky dosažené naším simulačním modelem s výsledky zahraničními. Celý text je primárně zaměřen na osobní dopravu v městských oblastech.

2. Simulační modely – výsledky ze zahraniční literatury

Problematika regulace externích efektů přitahuje pozornost výzkumníků již od 20. let minulého století.[6] K intenzivnímu výzkumu v oblasti dopravní ekonomie (či také eko-

---

3 Management poptávky po dopravě (mobility management) se v užším smyslu používá pro „omezování dojížďky do práce individuální automobilovou dopravou" samotnými podniky (Kurfürst, 2002, s. 34). Ta spočívá v přizpůsobení pracovní doby příjezdům spojů hromadné dopravy a dalším vytvářením podmínek pro zaměstnance pro širší používání MHD a jízdních kol. Někdy se lze setkat s tímto pojmem v daleko širším smyslu – zahrnuje všechna opatření směřující k efektivnějšímu využívání dopravy s důrazem na podporu environmentálně příznivějších druhů dopravy (ibid.).

4 Analýzám faktorů volby dopravních prostředků a určitých tras je věnována velká část mikroekonomické literatury. Dnes již klasický přehled podává např. Quandt (1970) nebo Domencich a McFadden (1975).

5 Jen v ČR mezi lety 1995 a 2005 narostl výkon osobní dopravy (měřený v osobokm) o 16 %. Tento nárůst je tažený především individuální automobilovou dopravou, která se v tomto období zvýšila o 21 %, zatímco např. osobní železniční doprava naopak poklesla o 20 % (MD, 2007). Tyto změny s sebou přináší řadu společenských nákladů: náklady spojené se znečištěním ovzduší a hlukovou zátěží, příspěvek ke klimatickým změnám, kongesce, dopravní nehody, zábor půdy a další. Některé studie odhadují výši externích nákladů z dopravy až na 14 % HDP pro země střední a východní Evropy a 8 % HDP pro země západní Evropy (OECD, 2002).

6 Ekonomové (mimo jiné A. C. Pigou) začali ve 20. letech 20. století rozvíjet např. principy internalizace externích nákladů (Foltýnová a Brůha, 2006).

nomie dopravy), kam tento výzkum patří, dochází zhruba od 60. let 20. století.[7] V tomto období vyvstala nutnost narůstající dopravu usměrňovat, a to především v městských oblastech USA, západní Evropy a některých asijských měst (Singapur[8]). Metodologie dopravní ekonomie vychází především z neoklasické ekonomie, tj. v normativní rovině z ekonomie blahobytu.

Jednotlivé modely a studie simulující dopady různých faktorů ovlivňujících dopravu se liší v několika dimenzích. Některé jsou pozitivní (hodnotí dopady jednotlivých nástrojů dopravní politiky), jiné jsou ze své podstaty normativní (snaží se najít „efektivní" nebo „optimální" nástroj regulace pro konkrétní situaci). Druhou relevantní dimenzí je rozsah použitého ekonomického modelu: většina modelů jsou modely částečné rovnováhy, ale najdeme i modely propracovanější (modely celkové rovnováhy), v nichž jsou již zahrnuty náklady veřejných rozpočtů a náklady mrtvé váhy. Daňová efektivita představuje jeden z důležitých aspektů prováděných analýz, protože velká část ekonomických nástrojů dopravních politik přináší neopomenutelný zdroj příjmů pro veřejné rozpočty.

Dalším významným analyzovaným kritériem bývá při konstrukci simulačních modelů využití výnosů daní a poplatků. Pigouovi následovníci obvykle modelují návrat daňových výnosů do ekonomiky formou lump-sum plateb (tj. plošných plateb ve stejné výši pro všechny). Ukazuje se však, že za určitých podmínek mohou jiné způsoby „recyklace" daňových výnosů zpět do ekonomiky přinést větší společenský užitek. Jednou z takových situací je nahrazení více distorzních daní daněmi méně distorzními.[9] Environmentální ekonomie v tomto kontextu diskutuje existenci tzv. dvojí dividendy.

Dvojí dividendu představuje – zjednodušeně řečeno – snížení distorzí daňového systému a snížení zátěže životního prostředí. Pokud jsou výnosy daně, která zatíží např. spotřebu pohonných hmot, recyklovány zpět do ekonomiky vhodným způsobem (jejich výnos je využit ke snížení více distorzních daní), mohou přinést za určitých podmínek tuto dvojí dividendu (podrobněji viz Foltýnová a Brůha, 2006).

(Mikro-)simulační modely nejčastěji analyzují dopady různých nástrojů či scénářů na společenský blahobyt. Jednotlivé studie se však liší v tom, jaké dopady na změnu společenského blahobytu započítávají. Obvykle to bývají kromě výnosů veřejných rozpočtů a snížení externalit (což většinou zvyšuje blahobyt) také náklady mrtvé váhy a spotřebitelský či výrobcův přebytek (což většinou blahobyt snižuje). Dále podávám přehled vybraných zahraničních studií zabývajících se tímto tématem a jejich nejzajímavější výsledky.

---

7 První časopis věnovaný čistě ekonomii dopravy „Journal of Transport Economics and Policy" je vydáván od roku 1967. Do té doby byly články z této oblasti publikovány ve standardních ekonomických časopisech, a to i hlavního ekonomického proudu, jako jsou Economic Journal, American Economic Review, Econometrica a další.

8 Singapur byl prvním městem, které zavedlo v roce 1975 zpoplatnění vozidel při vjezdu do centra (Small a Gómez-Ibáñez, 1997).

9 Zvláště neoklasičtí ekonomové upozorňují, že prakticky všechny daně přináší do ekonomiky distorze (např. na trhu práce), a jejich snížení tudíž povede ke zvýšení ekonomické efektivity. Nejméně distorzní daně jsou podle nich „daň z hlavy" nebo „daň z půdy".

Normativní studie **Parryho a Smalla (2005)** hledá úroveň optimálního zdanění spotřební daně z motorových paliv pro USA a Velkou Británii. Jedním z přínosů tohoto článku je, že analyzuje i dopady recyklace daňových výnosů – výnosy ze spotřební daně z paliv slouží ke snížení distorzních daní z příjmu. S pomocí tohoto modelu autoři srovnávají dopady na změnu společenského blahobytu pro několik scénářů s různými daňovými nástroji. Do společenského blahobytu zahrnují změnu daňových výnosů, dopady snížení ujetých kilometrů na životní prostředí a dopady na trh práce. Za dopady z ujetých kilometrů jsou skryty především nižší externí náklady z kongescí, znečištění ovzduší a z dopravních nehod. Jednotlivé parametry modelu (poptávkové elasticity a hodnoty externích nákladů) tito autoři převzali z literatury.

Z výsledků simulací Parryho a Smalla (2005) vyplývá, že současná sazba daně ve Velké Británii (2,80 USD/galon) je více než dvakrát vyšší, než je odhad její optimální hodnoty (1,34 USD/galon). Z tohoto důvodu autoři očekávají pozitivní dopad na společenský blahobyt v případě, že bude tato daň snížena, a ještě vyšší pozitivní dopad, pokud bude část daňové zátěže převedena na zdanění ujetých kilometrů (tak, aby zůstal zachován celkový objem daňových výnosů). Naopak daňová sazba na paliva ve Spojených státech je podstatně nižší, než je odhadovaná její optimální výše (stávající je 0,36 USD/galon, odhadovaná optimální pak 1,01 USD/galon). Na závěr autoři diskutují citlivost výsledků vzhledem k výši jednotlivých parametrů.

Poměrně opomíjeným nástrojem regulace dopravy je pojištění vozidla s pohyblivou výší pojistného dle ujetých kilometrů (tzv. Pay-As-You-Drive Insurance, PAYD[10]). V článku **Parryho (2005)** je tento nástroj srovnáván s dopady z daní z paliv a daní na ujeté kilometry na datech ze Spojených států. Parry však na rozdíl od předchozího modelu nebral v úvahu dopady recyklace výnosů jednotlivých daní – výnosy jsou navráceny do ekonomiky v podobě lump-sum plateb.[11]

Modelovaná užitková funkce zahrnuje spotřebu ujetých kilometrů, která je snížena o externality spojené se spotřebou paliv jinými jedinci (sem patří škody z klimatické změny způsobené skleníkovými plyny, neinternalizované riziko makroekonomických nerovnováh v důsledku šoků do cen paliv[12] a „optimální clo“ z monopsonní pozice USA na světovém trhu s ropou) a o externality související s ujetými kilometry (náklady kongescí, nehod a lokálního znečištění ovzduší). Takto počítaný užitek je omezen rozpočtovým omezením na fixní a variabilní náklady používání vozidla. Omezení výdajů veřejných financí pak závisí na velikosti výnosů ze spotřebních daní. Jednotlivé parametry modelu

10 Zavedení PAYD je motivováno cílem snížit ujeté kilometry (a tím nepřímo i spotřebu paliva) především u vysoce rizikových řidičů. Na rozdíl od daně z paliv však nezvyšuje palivovou efektivitu. Pojiš ovny by nevybíraly pojistné v podobě ročních lump-sum plateb, ale v závislosti na ujetých kilometrech převážené rizikovým faktorem řidiče (ten variuje podle věku, nehodovosti řidiče a regionu).

11 Pouze v poznámce pod čarou autor mluví o možném využití výnosů na investice do dopravních staveb. Tuto možnost však nepovažuje za efektivní pro PAYD. Jak uvádí na příkladu studie Shirley a Winston (2004), jejich odhad (průměrné) společenské míry návratnosti infrastrukturních projektů je okolo 5 %, což je však typická diskontní sazba používaná v USA pro hodnocení projektů. To naznačuje, že společenská hodnota dodatečného 1 USD utracená na dálnice může být přibližně 1 USD.

12 Například v důsledku dočasně zahálející pracovní síly a kapitálu.

autor převzal z literatury. Externí náklady jsou podobně jako v předchozím případě rozlišeny podle toho, zda závisí na spotřebě paliv (především náklady z emisí z dopravy) nebo zda závisí na vlastnictví vozidla (náklady nehod a kongescí).

Z výsledků simulací vyplývá, že nejvyšší přínosy z pohledu společenského blahobytu by přinesl PAYD, dále pak kilometrické zpoplatnění a daň z paliv přináší nejmenší blahobyt z těchto tří zkoumaných nástrojů.

Dosud zmíněné studie významně přispívají k pochopení tvorby efektivní regulace dopravy. Nicméně ve svých analýzách nezohledňují místo, ve kterém dochází k externím efektům (jiné externí náklady jsou například v hustě zabydlených oblastech a jiné ve volné zemědělské krajině). Tomuto problému se částečně vyhýbají studie, které jsou zaměřeny pouze na jednu srovnatelnou oblast, co se týče hodnot externích nákladů (obvykle jimi bývá území nějaké aglomerace) nebo se dopady modelují zvláš pro urbánní a rurální oblasti.

Proost a Van Dender (2001) shrnují mimo jiné výsledky simulací tří scénářů v oblasti regulace osobní dopravy pro Brusel, přičemž tyto dopady byly predikovány pro rok 2005. Jde o politiky regulace znečištění ovzduší (postavené na limitech emisních parametrů vozidel), zvyšování energetické efektivity v dopravě (politika minimální palivové efektivity a daně z paliva) a zpoplatnění dopravy (plná internalizace externích nákladů, zpoplatnění vjezdu a parkovací poplatky).

Autoři zjistili, že politiky primárně zaměřené na snižování emisí z dopravy nebo zvyšování palivové efektivity nevedou k poklesu podílu automobilů na výkonu osobní dopravy, přesto však pozitivně ovlivňují kvalitu ovzduší. Mezní sazba těchto daní však může brzy dosáhnout úrovně rychle rostoucích mezních nákladů na zabránění, což snižuje jejich přínos pro nárůst společenského blahobytu. Naopak pozitivní dopad na blahobyt může být dosažen díky politikám, které primárně snižují neefektivitu na trzích městské dopravy, kam autoři řadí především kongesce a poskytování parkovacích míst za cenu nižší, než odpovídá skutečným společenským nákladům.

Proost et al. (2002) používají k analýze rozdílů mezi skutečnými a optimálními cenami dopravy model TRENEN.[13] Ten autoři kalibrovali pro čtyři městské oblasti Evropy (Amsterodam, Brusel, Dublin a Londýn) a dva státy (Belgii a Irsko). Funkce společenského blahobytu zahrnuje výrobcův a spotřebitelský přebytek, daňové výnosy a externí náklady z dopravy. Ze simulací vychází, že ve všech zkoumaných městech by byla optimální cena dopravy vyšší, než je současná, a to zvláště v čase dopravních špiček. Významný neplacený náklad v městských oblastech pak představuje parkování, zpoplatnění parkování může podle těchto autorů zvýšit společenský blahobyt.

---

13 TRENEN je modelem částečné rovnováhy, který zahrnuje všechny druhy dopravy zvláš pro urbánní a meziměstské oblasti. Dopravní trhy jsou dále diferencované podle času (v rozlišení na špičky a mimo špičku) a podle emisních charakteristik vozového parku. Model však nezahrnuje náklady veřejných rozpočtů a je předpokládána neexistence distorzí v ekonomice. Hlavní omezení modelu TRENEN představuje úroveň jeho agregace (doprava v regionu je agregována do jednoho funkčního vztahu pro každý dopravní mód) a statický charakter (model modeluje dopravní trhy v daném období, přičemž považuje silniční a železniční sí jako fixní a vozový park je automaticky přizpůsobován). Je proto vhodný pro diskusi optimálního zpoplatnění na základě krátkodobých mezních externích nákladů, ne na analýzu optimálních investičních rozhodnutí o infrastruktuře.

Odlišný přístup zvolil **Mayeres (2000**), který do svých simulací zahrnul i dopady dotací do veřejné hromadné dopravy. Dále analyzuje zpoplatnění dopravy a vyšší sazby daně z paliv. Autor do modelu zahrnuje i dopady různých způsobů recyklace výnosů, kterými jsou lump-sum transfery obyvatelům, snížení sazby daně z příjmu a snížení sazby dalších daňových nástrojů používaných v dopravě. Výsledky ukazují, že společenský blahobyt je zvyšován zavedením zpoplatnění dopravy ve špičkách nebo vyšší sazbou spotřební daně z paliv, pokud jsou výnosy z nich vráceny do ekonomiky ve formě lump-sum transferů nebo ke snížení sazeb daně z příjmu. Nárůst společenského blahobytu je nejvyšší, pokud jsou výnosy použity ke snížení daně z příjmu. Vyšší dotace do hromadné dopravy by vedly naopak ke snížení společenského blahobytu, jejich dopad ale velmi závisí na způsobu, jak by byly poskytnuté dotace financovány. Nejefektivnější v tomto případě vychází využití výnosů ze zpoplatnění dopravy ve špičkách k vyšším dotacím do hromadné dopravy.[14]

Ze zmíněných studií plyne, že společensky nejefektivnější regulace dopravy je kilometrické (výkonové) zpoplatnění kombinované s (v Evropě nižší než současnou) sazbou spotřební daně z paliv a v městských oblastech doplněné o nástroje na lokální úrovni jako parkovné nebo poplatek za vjezd do centra. Naopak vyšší podpora hromadné dopravy formou vyšších dotací může snižovat společenský blahobyt. Většina těchto studií však vychází ze situace v západoevropských zemích, kde náklady kongescí představují nejvyšší externí náklady dopravy. Naopak ve většině tranzitivních ekonomik střední Evropy kongesce nepředstavují největší problém, tím je často spíše znečištění ovzduší (OECD, 2002).

3. Simulační model pro města v ČR

V této části je stručně popsaný simulační model (detailnější popis viz Brůha a Foltýnová, 2006 a Brůhová-Foltýnová a Brůha, 2008) a shrnuty některé závěry simulací získané s využitím tohoto modelu.

Podobně jako ve výše zmíněných studiích jsou analyzovány dopady různých scénářů dopravní politiky na celkový společenský blahobyt. Do společenského blahobytu je zahrnut spotřebitelský přebytek, externí náklady ze znečištění ovzduší a změny klimatu a dopady na veřejné finance.

Spotřebitelský přebytek je vyjádřen jako kompenzační variace (tj. množství prostředků, které bychom museli dát spotřebiteli, aby jeho užitek zůstal po

14 Tento závěr může podporovat hypotézu existence tzv. Mohringova efektu. Tento efekt byl poprvé popsán a kvantifikován pro městskou autobusovou dopravu (Mohring, 1972). Popisuje situaci, kdy dodateční uživatelé hromadné dopravy požadují více kapacity v podobě více vozidel (spojů); jejich zvýšení však sníží náklady přístupu k hromadné dopravě pro stávající uživatele. Mohring tak vlastně upozornil, že v městské autobusové dopravě jsou jasné efekty z rozsahu, což přináší významné implikace jak pro investiční politiku, tak pro cenovou politiku.

implementaci určitého nástroje na původní výši), který je aproximován pomocí Taylorova rozvoje výdajové funkce.[15]

Externí náklady byly stanoveny s využitím metodiky ExternE[16] (více viz EK, 2003 nebo COŽP, 2005). Pro potřeby naší analýzy jsou hodnoceny dopady na zdraví (nemocnost a úmrtnost exponované populace), životní prostředí (změnu klimatu), zemědělskou produkci, budovy, materiály a ekosystémy u následujících emisí: NO_x, NO_2, SO_2, PM_{10} a CO_2. Metodika ExtenE při kvantifikaci externích nákladů rozlišuje jednotlivé typy paliv, použité technologie a specifické podmínky v lokalitě (místní a regionální meteorologické podmínky, hustotu populace atd.). Data o struktuře vozového parku jsou převzaty ze studie ATEM (2001).

U veřejné hromadné dopravy předpokládám pro zjednodušení, že vozy elektrické trakce (tramvaje, trolejbusy a metro) jsou „bezemisní doprava" (tj., že externí náklady produkce elektrické energie byly internalizovány již u výrobců elektrické energie), a externí náklady ze znečištění ovzduší jsou tudíž odhadnuty pouze pro autobusy. Získané peněžní hodnoty výše externích nákladů z emisí z dopravy v jednotlivých městech (v Kč na vozokilometr) zachycuje tabulka 1.

Tabulka 1

Externí náklady znečištění ovzduší z dopravy ve městech (v Kč/vozokm, 2001)

Město	**MHD**	**IAD**
Brno	38,26	1,28
strightPraha	36,66	1,22
Plzeň	32,89	1,10
Olomouc	62,62[17]	1,09
Ostrava	47,32	1,58

Zdroj: Vlastní výpočty

15 Kompenzovaná variace (CV) je formálně definována (viz. Mas-Colell et al., 1995) jako $CV(p^0, p^1, w) \quad e(p^1, u^1) \quad e(p^1, u^0) \quad w \quad e(p^1, u^0)$, kde p jsou ceny v původní (s indexem 0) a nové výši (s indexem 1), $e(p, u)$, je výdajová funkce závisející na cenách zboží a užitku a w jsou nominální výdaje. Neznámý člen $e(p^1, u^0)$, což jsou nejmenší nutné výdaje při cenách p^1 potřebné na dosažení původní úrovně užitku u^0, lze aproximovat pomocí Taylorova rozvoje v okolí $e(p^0, u^0)$. Tato aproximace je snadná: derivace výdajové funkce podle ceny zboží je totiž rovna poptávanému množství daného zboží. Lze se tedy snadno přesvědčit, že pokud bychom vzali Taylorův rozvoj prvního řádu, pak by aproximace CV odpovídala hodnotě získané pomocí Laspayersova indexu. Proto se obvykle používá při aproximaci CV Taylorův rozvoj druhého řádu (viz např. Brännlund a Nordström, 2004). Alternativním přístupem je odhadnout Fischerův index, což je geometrický průměr mezi Laspeyersovým indexem a Paascheho indexem.

16 Metodika ExternE (*Externalities of Energy*) vychází z tzv. analýzy drah dopadů (*Impact Pathway Approach*, IPA). IPA analyzuje externalitu od zdroje až k jejímu efektu na dotčený receptor (obyvatelstvo, zemědělskou produkci, lesní ekosystémy, budovy atd.). Tímto způsobem je možné rozlišit jednotlivé typy paliv, použité technologie a specifické podmínky v lokalitě. V rámci IPA je zjiš ována závislost mezi zvýšenou koncentrací určité škodliviny vyvolané dopravou a výší dopadu na vybraný receptor. K tomuto se využívá tzv. funkce dávka-odpověď (*dose-response function*). Následně se provádí ekonomické ohodnocení dopadů na lidské zdraví, zemědělskou produkci, budovy, materiály a ekosystémy s využitím některé z metod netržního ocenění.

17 Důvodem, proč největší externality na vozo-kilometr u MHD dosahuje Olomouc, je, že elektrická trakce v Olomouci má podstatně menší podíl než ve zbývajících čtyřech analyzovaných městech.

Dopady na veřejné rozpočty zahrnují daňové výnosy ze spotřební daně z paliv a DPH jako příjmy státního rozpočtu a výdajovou stránku veřejných rozpočtů – dotace pro provozovatele MHD. Dotace městským dopravním podnikům dosahují nezanedbatelné výše (v řádech mil. Kč), jejich podíl na celkových provozních nákladech shrnuje tabulka 2.

Tabulka 2
Podíl dotací na provozních nákladech podniků MHD (v %)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Brno	48	49	43	49	48	46	48
Olomouc	46	51	57	55	56	54	53
Ostrava	65	65	64	66	64	65	68
Plzeň	44	46	47	53	52	53	64
Praha	65	63	51	65	61	58	62

Zdroj: Vlastní výpočty vycházející z výročních zpráv Sdružení dopravních podniků ČR

Pro kalibraci simulačního modelu je třeba dále odhadnout **cenové elasticity poptávky domácností po jednotlivých druzích dopravy**. Z důvodu rozdílných dopadů emisí ve městě a mimo město je nutno odhadnout poptávkové elasticity zvláš pro obě z těchto kategorií. Toto však nejde standardní metodou s využitím všeobecně dostupných mikrodat (např. ze Statistiky rodinných účtů), nebo tato statistika nezachycuje výdaje domácností na dopravu zvláš ve městě a mimo město. Navíc je poměrně obtížné získat tato data individuálně, protože ne všichni lidé jsou schopni odhadnout podíl svých nákladů na dopravu po městě a mimo město.[18]

K vyřešení tohoto problému je možné použít poptávkový model s latentní poptávkou, který představili Blundell a Robin (2000). Tento jejich model byl pak mírně rozšířen a aplikován na poptávku po dopravě městského obyvatelstva Brůhou a Foltýnovou (2006). Stručně si uveďme, na čem je tento model založen. Předpokládá, že poptávku po dopravě je možné rozložit (faktorizovat) do dvou stupňů: v prvním stupni domácnosti alokují své výdaje mezi výdaje na městskou dopravu, meziměstskou dopravu a ostatní zboží. Poté se domácnosti ve druhém stupni rozhodují o alokaci výdajů na hromadnou dopravu a individuální automobilovou dopravu. Výdaje na městskou dopravu se tak dělí na výdaje na jízdné na městskou hromadnou dopravu a výdaje na paliva pro cesty automobilem po městě. Podobně výdaje na meziměstskou dopravu zahrnují výdaje na meziměstskou hromadnou dopravu (autobusy a vlaky) a na paliva na cesty mimo město. Poptávka po dopravě ve městě

18 Výsledky různých výzkumů ukazují, že respondenti poměrně obtížně odhadují výši svých výdajů na dopravu (obvykle ji neznají) a při použití individuální automobilové dopravy bývají jejich odhady spíše podhodnocené. S tím souvisí i otázka komplexnosti daňových a poplatkových sazeb – výzkumy naznačují, že lidé silně preferují jednoduché sazby; na komplexní – diferencované – sazby jsou schopni reagovat v případě, že je jejich struktura logická a přehledná. Míra reakce na daňový nástroj je však limitována právě nepřesnými odhady vzdálenosti a nákladů cesty (více viz např. Bonsall et al., 2007).

a mimo město je pak latentní nepozorovanou proměnnou, kterou je možné odvodit z parametrických restrikcí modelu. Brůha a Foltýnová (2006) ukázali, že pokud je poptávka v každém stupni založená na skoro-ideálním poptávkovém systému, *Almost Ideal Demand System* (Deaton a Muellbauer, 1980), pak parametrické restrikce jsou dostatečné k identifikaci modelu.[19]

S využitím tohoto modelu (detailně popsaného v Brůha a Foltýnová, 2006) byly na datech ze Statistiky rodinných účtů za léta 1997 až 2003 odhadnuty bodové odhady elasticit poptávky po dopravě. Jednotlivé hodnoty odhadů shrnuje tabulka 3.

Tabulka 3
Odhady nekompenzovaných cenových elasticit poptávky po dopravě

	Cenová elasticita		
	motorových paliv používaných		**MHD**
	v městských oblastech	**ve venkovských oblastech**	
Vzhledem k ceně paliv	-1,04	-0,40	0,30
Vzhledem k ceně MHD	0,28	0,03	-0,65

Zdroj: Vlast*ní výpočty*

Další kategorii parametrů pro simulační model představují **elasticity nákladových funkcí** provozovatelů MHD. Pro odhad parametrů nákladové funkce vycházíme z přístupu navrženého Williamsem (1979). Funkce krátkodobých nákladů provozovatelů MHD je odhadnuta v následující podobě:

$$\log AC_{it} \quad {}_1 \log w_t \quad {}_2 \log P_t \quad \log Q_{it} \quad {}_{it}\,, \tag{1}$$

kde AC_{it} jsou průměrné náklady provozovatele MHD ve městě i v roce t; w_t představují mzdové náklady dopravního sektoru v roce t; P_t je cena paliv v roce t; Q_{it} je výkon provozovatelů MHD měřený ujetými osobokilometry a představuje další proměnné, jako jsou náhodné efekty a náhodné šoky. Parametr ${}_1$ je elasticita průměrných nákladů vzhledem ke mzdovým nákladům, ${}_2$ je elasticita průměrných nákladů vzhledem k cenám paliv a parametr měří možné náklady z rozsahu (pokud je <0, pak se jedná o rostoucí výnosy z rozsahu, pokud je >0, pak to indikuje klesající výnosy z rozsahu).

Odhad této nákladové funkce proběhl na panelových datech pro 19 českých měst, jejichž dopravní podniky jsou členy Sdružení dopravních podniků ČR, za období 1997–2004. Ceny paliv a mzdy byly převzaty z Českého statistického úřadu.

19 Původní model Blundella s Robinem (2000) předpokládá, že ve druhém stupni je vyloučen vliv výdajů. Za těchto předpokladů autoři dokázali, že model je identifikován za poměrně slabých předpokladů. Rozšíření modelu Brůhou a Foltýnovou (2006) spočívá v tom, že výdaje mohou ovlivňovat i druhý stupeň; v takovém případě je otázkou, zda je model obecně identifikován. Nicméně se ukazuje, že pro uvažovaný případ model identifikován je (přesně řečeno, je dokonce přeidentifikován).

Tabulka 4

Parametry nákladové funkce – desagregované výsledky obou modelů pro města

*** Model s fixními efekty *** Závislá proměnná = log průměrných nákladů $R^2 = 0{,}1751$ $R^2_{adj.} = 0{,}1634$ Signifikace = 0,0089 Počet pozorování = 144				*** Model s náhodnými efekty *** Závislá proměnná = log průměrných nákladů $R^2 = 0{,}1751$ $R^2_{adj.} = 0{,}1575$ Signifikace = 0,0089 Počet pozorování = 144			
Proměnná	Koeficient	t-statistika	p-hodnota	Proměnná	Koeficient	t-statistika	p-hodnota
Log Ppal	0,301855	3,431210	0,000789	Log Ppal	0,301855	3,419021	0,000824
Log mezd	0,462498	3,965779	0,000116	Log mezd	0,462498	3,951691	0,000123
Log výst	0,088971	0,499126	0,618468	Log výst	0,088971	0,497353	0,619720
Město		**Komponenty**		**Město**		**Komponenty**	
Brno		-10,517971		Brno		-0,008665	
České Budějovice		-10,290846		České Budějovice		0,218460	
Děčín		-11,107537		Děčín		-0,598231	
Hradec Králové		-10,556903		Hradec Králové		-0,047596	
Chomutov-Jirkov		-10,573942		Chomutov-Jirkov		-0,064635	
Jihlava		-10,659451		Jihlava		-0,150145	
Karlovy Vary		-10,365460		Karlovy Vary		0,143847	
Liberec		-10,589992		Liberec		-0,080686	
Mariánské Lázně		-9,892543		Mariánské Lázně		0,616763	
Most-Litvínov		-10,370304		Most-Litvínov		0,139002	
Olomouc		-10,365386		Olomouc		0,143921	
Opava		-10,637549		Opava		-0,128243	
Pardubice		-10,603175		Pardubice		-0,093869	
Plzeň		-10,489768		Plzeň		0,019538	
Praha		-10,284466		Praha		0,224840	
Teplice		-10,739983		Teplice		-0,230677	
Ústí nad Labem		-10,509083		Ústí nad Labem		0,000223	
Zlín-Otrokovice		-10,270485		Zlín-Otrokovice		0,238822	

Pozn.: Ppal = cena motorových paliv; výst = výkon MHD v daném městě měřený vozokm

Zdroj: Vlastní výpočty

Pro regresi byl použit model pro panelová data s fixními a náhodnými efekty, ovšem oba modely dávají podobné výsledky a Hausmanův test[20] nezamítl hypotézu

20 Hausmanův test (navržený Hausmanem v roce 1978) je postaven na rozdílu numerických hodnot odhadů náhodného a fixního efektu. Jedná se o účinnou metodu, která umožní zjistit, zda jsou fixní/náhodné efekty a rezidua v modelu korelovaná. Protože model s fixním efektem je konzistentní i v případě, že jsou fixní efekty a rezidua korelovaná, zatímco model s náhodným efektem není v tomto případě konzistentní, lze statisticky významný rozdíl výsledků obou modelů interpretovat jako evidenci proti předpokladům modelu s náhodným efektem (viz např. Wooldridge, 2002, s. 288).

náhodného efektu (p-hodnota = 0,999). Z tohoto důvodu vycházíme pro další simulace z výsledků modelu náhodného efektu. Proměnná vyjadřující efekty z rozsahu (Log_výst) je kladná, což značí klesající výnosy z rozsahu, ale nesignifikantní. Při vypuštění této proměnné není změněn výsledný bodový odhad ostatních parametrů, proto je prakticky jedno, zda je použit model obsahující tuto proměnnou nebo ne. Výsledky modelů s fixními a náhodnými efekty jsou popsány v následující tabulce.

Základem pro simulace jednotlivých scénářů dopravních politik je vyjádření cenových změn. K jejich kvantifikaci přistupuji následovně. Cena pohonných hmot je ovlivněna světovou cenou paliv F, spotřební daní a daní z přidané hodnoty . Pokud dojde ke změně sazby spotřební daně – za předpokladu, že se ostatní parametry nezmění – je nová cena paliv dána jako:

$$\mathrm{P}_F^N \quad \mathrm{P}_F^O \quad (\quad ^N \quad ^O)(1 \quad) \tag{2}$$

kde horní indexy *N* a *O* označují ceny a sazby daně po změně a před změnou sazby spotřební daně z paliv.

V případě, že ke změně ceny paliv dojde v důsledku změn jejich ceny na světových trzích, lze takovouto změnu aproximovat jako:

$$\mathrm{P}_F^N \quad (F^N \quad F^O) \quad ^N \quad (1 \quad). \tag{3}$$

Dopad změny ceny paliv na poptávku domácností je aproximován pomocí loglineární rovnice:

$$D^N \quad D^O \quad _k \quad (1 \quad \mathrm{P}_k)^{\,k}, \tag{4}$$

kde P_k je procentuální změna ceny komodity *k* (která zahrnuje spotřební cenu paliv a jízdné hromadné dopravy) a $_k$ je cenová elasticita poptávky po palivech vzhledem k ceně komodity *k*. Změny v cenách a v poptávce po hromadné dopravě jsou odhadnuty podobným způsobem. Známe-li odhad změny poptávky po daných komoditách, můžeme jednoduše zjistit dopad na výnosy jednotlivých daní (spotřební daně z paliv a DPH). Podobně s využitím výpočtů změn poptávky po dopravě můžeme vyčíslit změny externích nákladů[21] (v tomto případě aproximuji mezní externí náklady průměrnými externími náklady). Posledním parametrem společenského blahobytu je již zmíněná kompenzovaná variace.

Jednotlivé změny složek společenského blahobytu jsou na závěr sečteny s využitím Kaldor-Hicksova přístupu k měření společenského blahobytu s rovnými váhami pro všechny změny reálného příjmu jednotlivců. Změny v daňových výnosech však mají jinou váhu než změny spotřebitelského přebytku: změnu v dopadech na veřejné finance vážím koeficientem 1,2, který představuje předběžný odhad mezních nákladů veřejných zdrojů.

21 Čtenář by měl mít na paměti, že do českého modelu jsou zahrnuty pouze externí náklady znečištění ovzduší, a proto jsou přínosy zdanění paliv pravděpodobně podhodnoceny (nejsou zahrnuty ostatní externí náklady jako náklady kongescí nebo hluku).

4. Výsledky simulací pro města ČR

Simulační model je kalibrovaný pro panel pěti největších měst v České republice – Prahu, Brno, Ostravu, Plzeň a Olomouc – a slouží k hodnocení různých scénářů dopravní politiky či cenového vývoje na trhu s pohonnými hmotami.

První scénář představuje nárůst spotřební daně z paliv. Zde rozlišuji scénář 1a, který popisuje situaci nárůstu spotřební daně pro individuální automobilovou dopravu (IAD), přičemž pro MHD je přijata výjimka ze spotřební daně, a scénář 1b, ve kterém se nárůst této daně promítne také do výše jízdného. ***Druhý scénář*** představuje neočekávaný nárůst cen pohonných hmot (šok na straně nabídky). ***Scénář 3*** pak diskutuje pokles cen jízdného MHD. Tento poslední scénář vychází z požadavku některých environmentalistů na pokles cen jízdného, či dokonce poskytování městské hromadné dopravy zdarma. Podle jejich předpokladů by levná hromadná doprava mohla vyřešit mnohé environmentální problémy spojené s dopravou ve městech. Tento pozitivní efekt však není zcela zřejmý, protože provoz MHD je poměrně nákladný a vyžaduje značné prostředky z veřejných rozpočtů ve formě dotací provozovatelům této dopravy.[22]

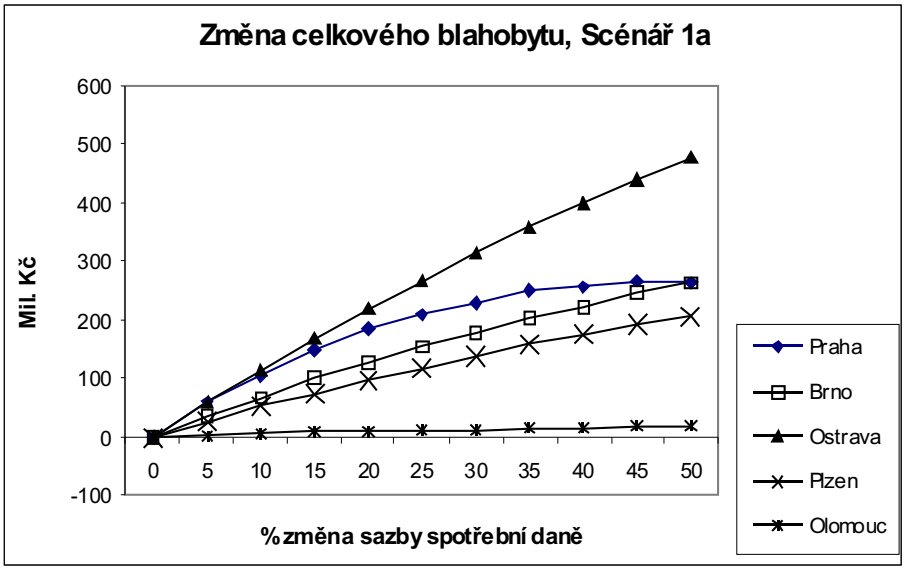
Výsledky simulací zachycují následující grafy. **Výsledky scénáře 1a** (viz obrázek 1) naznačují, že změna celkového společenského blahobytu je pozitivní pro všechny modelované změny sazby spotřební daně z paliv (tj. její nárůst mezi 0 % až 50 %) pro všechna města. Pozitivní dopad na blahobyt je způsoben poklesem emisí z dopravy (z důvodu změny dělby přepravní práce ve prospěch hromadné dopravy a mírného poklesu celkového objemu automobilové dopravy v důsledku vyšších cen paliv) a nárůstem výnosů spotřební daně a DPH. Celkový blahobyt je snížen negativní kompenzovanou variací a vyššími požadavky na dotace pro poskytovatele hromadné dopravy.

Změna celkového blahobytu překvapivě neodráží vždy velikost města. Nejvyšší nárůst společenského blahobytu by nastal v Ostravě (ve výši 191 Kč na obyvatele při sazbě spotřební daně 5 % a 1453 Kč při sazbě 50 %). Na druhém místě by nejvíce benefitovala Plzeň (to odpovídá 150 Kč na obyvatele při nárůstu sazby spotřební daně o 5 % a 1269 Kč při 50 %). V Praze by se společenský blahobyt zvýšil o 50 Kč na obyvatele pro 5%, resp. 223 Kč pro 50% nárůst sazby daně, méně by se blahobyt zvýšil jen v Olomouci.

22 Obdobným způsobem lze analyzovat i další scénáře postavené na zavádění ekonomických nástrojů v dopravě. Pro odhad jejich dopadů na chování je však třeba využít jiný model s rozdílnými daty, než data o finančních výdajích domácností, jako jsou např. Statistika rodinných účtů nebo mikrocensus. Je to z toho důvodu, že tyto obvykle nesledují výdaje na parkovací poplatky, cestovní čas, ani náklady variující s ujetými kilometry a další položky relevantní pro jiné typy ekonomických nástrojů.

Obrázek 1

Celkový společenský blahobyt scénáře 1a pro různé sazby spotřební daně z paliv (v mil. Kč)



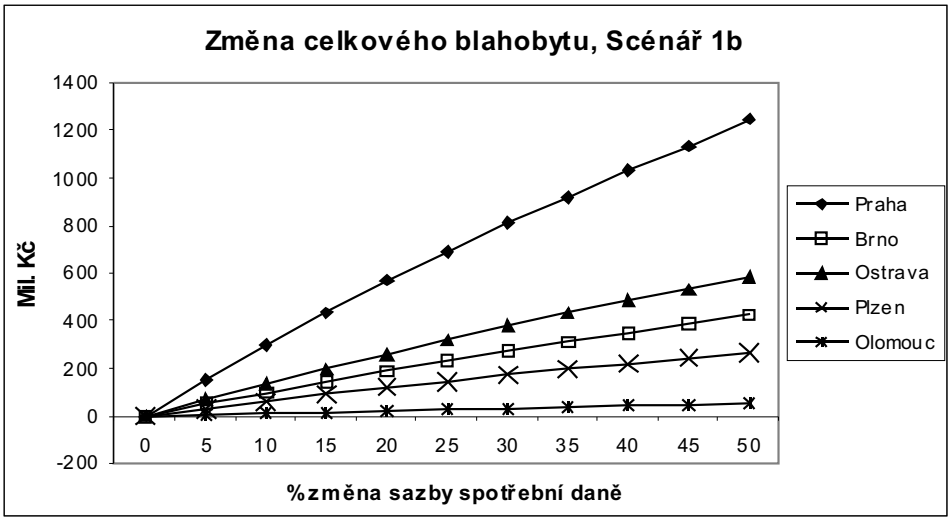
Výsledky simulací **scénáře 1b** (viz obrázek 2) ukazují, že dochází k menší změně v dělbě přepravní práce mezi jednotlivými druhy dopravy. Externí náklady znečištění ovzduší nicméně klesají ve všech městech z důvodu poklesu objemu dopravy (změna blahobytu je pozitivní pro všechna města). Vzhledem k tomu, že jízdné nyní roste, dochází k větším ztrátám blahobytu pro domácnosti (měřeno kompenzovanou variací) než v předchozím scénáři. Na druhou stranu požadavek na dotace pro hromadnou dopravu není tak vysoký, přičemž daňové výnosy jsou mírně vyšší ve scénáři 1b než 1a.

Celková změna blahobytu je pozitivní pro všechna města a více než dvakrát větší ve srovnání se scénářem 1a. K největšímu nárůstu společenského blahobytu dochází ve scénáři 1b v Praze (4,5x vyšší) a v Olomouci (2,5x vyšší než ve scénáři 1a).

Celkový blahobyt ve scénáři 1b narůstá s rostoucí sazbou spotřební daně a je nejvyšší v Praze, dále pak v Ostravě a Plzni, naopak nejmenší v Olomouci. Pokud srovnáme nárůst blahobytu na jednoho obyvatele, nejvíce k němu dochází v Ostravě (to odpovídá 221 Kč pro 5% změnu sazby spotřební daně a 1880 Kč pro 50% změnu) a v Plzni (192 Kč pro 5% a 1609 Kč pro 50% změnu). Nejmenší změna blahobytu by proběhla v Olomouci (pouze 57 Kč pro 5% změnu a 501 Kč pro 50% změnu sazby spotřební daně).

Obrázek 2

Celkový společenský blahobyt u scénáře 1b pro různé sazby spotřební daně z paliv (v mil. Kč)



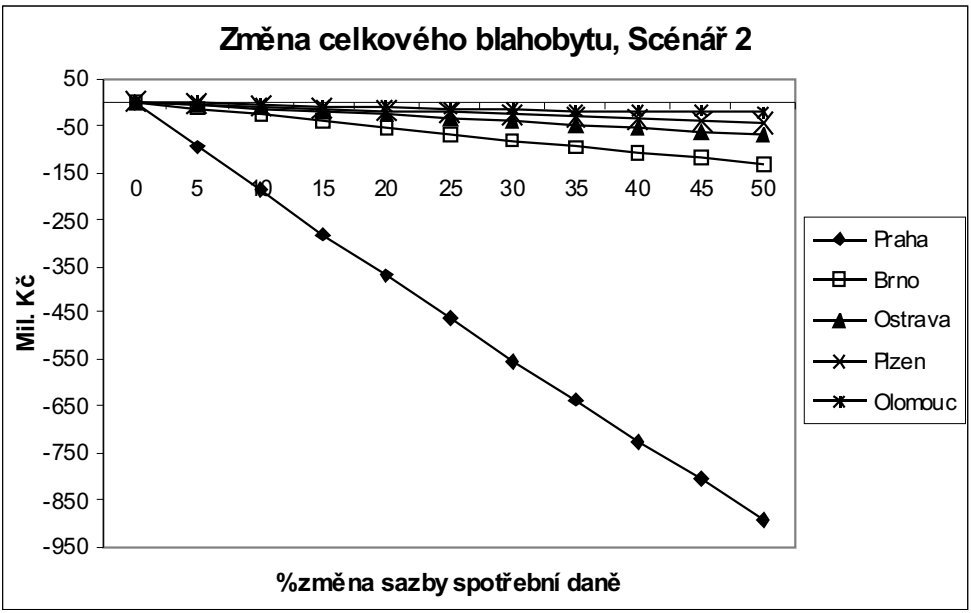
Scénář 2 hodnotí dopady šoku do cen paliv na společenský blahobyt (viz obrázek 3). V tomto případě utrpí veřejné finance čistou ztrátu výnosů z důvodu poklesu spotřeby paliv (spotřební daň je jednotková daň v Kč na litr). Požadavek na dotace pro hromadnou dopravu – tak, aby byl zachován stávající podíl dotací na celkových nákladech provozovatelů hromadné dopravy – naroste tak, aby byly pokryty rostoucí náklady poskytování hromadné dopravy. Tato složka společenského blahobytu je tudíž negativní. Stejně tak je negativní i kompenzovaná variace.

Na druhou stranu velký pozitivní přínos celkovému blahobytu přináší pokles externalit ze znečištění ovzduší. Změna dělby přepravní práce je malá (cenový šok se přenáší do cen jízdného), ale objem dopravy jako takový klesá. Tato pozitivní složka blahobytu však nepřeváží ostatní negativní složky a celková změna blahobytu je tudíž negativní pro všechna města pro všechny simulované nárůsty cen paliv (0–50 %). S nárůstem cen paliv celkový společenský blahobyt pomalu klesá, tento pokles je výrazně rychlejší v Praze než v ostatních sledovaných městech.

Podíváme-li se na změny blahobytu na jednoho obyvatele, k největšímu poklesu dojde v Praze (což odpovídá -80 Kč při cenovém nárůstu 5 % a -761 Kč při cenovém nárůstu 50 %), zatímco v ostatních městech pokles variuje mezi -366 Kč (Brno) a -223 Kč (Olomouc) pro 50% nárůst cen paliv.

Obrázek 3

Celkový společenský blahobyt u scénáře 2 pro různé sazby spotřební daně z paliv (v mil. Kč)

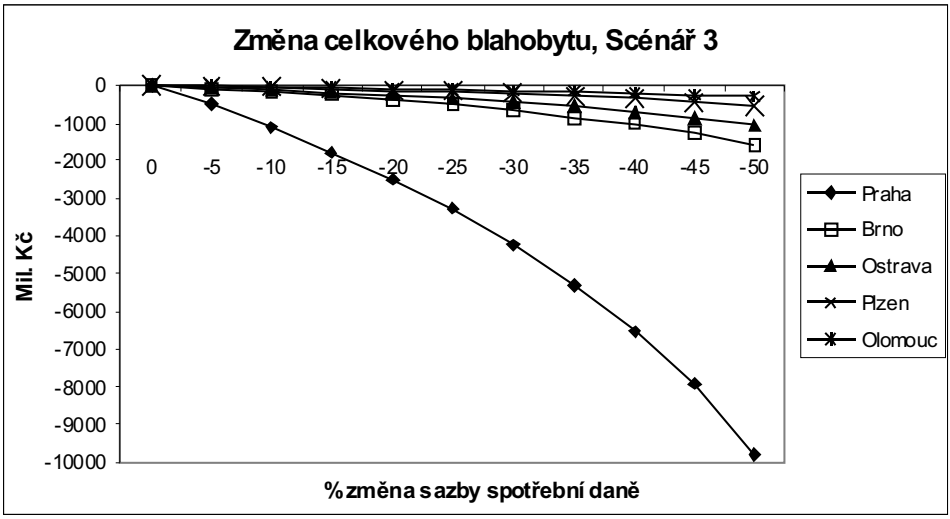


Scénář 3 (viz obrázek 4) simuluje dopady poklesu cen jízdného hromadné dopravy na společenský blahobyt. Výše externích nákladů z dopravy je poměrně malá z důvodu malé změny v dělbě přepravní práce. Na druhou stranu vysoké ztráty provozovatelů hromadné dopravy povedou k významnému nárůstu dotací (má-li zůstat podíl dotací na pokrytí celkových nákladů provozovatelů MHD v současné výši). Celkový společenský blahobyt je proto v konečném důsledku negativní. Výsledky našich simulací tudíž naznačují – na rozdíl od návrhů některých environmentalistů – že nárůst sazeb spotřební daně z paliv se zdá být lepší politikou než ve větší míře dotovat ceny jízdného hromadné dopravy. Důvodem tohoto výsledku jsou vysoké náklady mrtvé váhy nutné na financování těchto dotací.

Pokles celkového blahobytu pro scénář 3 vychází 11x vyšší než pro scénář 2. K největším změnám blahobytu na jednoho obyvatele by došlo v Praze (ve výši -451 Kč pro 5% snížení jízdného a dokonce -8.296 Kč pro 50% snížení jízdného). V ostatních městech by nastal pokles blahobytu na obyvatele ve výši -3.047 Kč (Olomouc) při 5% poklesu a dokonce -4.232 Kč (Brno) při poklesu jízdného na polovinu.

Obrázek 4

Celkový společenský blahobyt u scénáře 3 pro různé sazby spotřební daně z paliv (mil. Kč)



5. Závěr

Ze srovnání změn společenského blahobytu pro jednotlivé scénáře, které jsem analyzovala s využitím mikrosimulačního modelu kalibrovaného pro pět největších měst ČR, vyplývá, že scénáře 1a a 1b (postavené na zvyšování sazeb spotřebních daní z paliv) by vedly k nárůstu společenského blahobytu, zatímco scénáře 2 (šok do cen pohonných hmot) a 3 (snížení cen jízdného) k poklesu společenského blahobytu.

Ukazuje se, že pro analyzovaná česká a moravská města má snížení cen jízdného pouze malý vliv na znečištění ovzduší v těchto městech, podstatně výraznější dopad na emise z dopravy má nárůst sazby spotřební daně z paliv. Ve městech, kde je MHD z velké části dotovaná, by však nárůst spotřební daně z paliv měl být odražen také v nárůstu cen jízdného (scénář 1b). V případě, že provozovatelé MHD budou zvýhodněni například výjimkou ze spotřební daně (scénář 1a), bude nárůst výkonu městské hromadné dopravy spojen s většími nároky na dotace z veřejných rozpočtů a celkový nárůst společenského blahobytu bude v tomto případě nižší než u scénáře 1b.

Tyto odhady potvrzují výsledky jiných studií ze západní Evropy či USA (především Mayeres, 2000), že snižování jízdného nemá na znečištění ovzduší z dopravy takový efekt, jako jiné ekonomické nástroje, především spotřební daň z paliv nebo kilometrické zpoplatnění. V městských oblastech by zavedení zpoplatnění dopravy a parkovného vedlo k zefektivnění dopravy – současná výše daní a poplatků z dopravy v urbánních oblastech nepokrývá všechny externí náklady dopravou způsobené. Naopak v rurálních oblastech jsou daně a poplatky ze silniční dopravy vyšší než jsou externí náklady, které doprava způsobuje.

Na závěr bych chtěla zdůraznit, že existují omezení spojená s některými získanými hodnotami a závěry pro ČR. Hlavní omezení souvisí především s kvalitou odhadu

externích nákladů. Dopady na blahobyt závisí také na váhách dávaných různým komponentům blahobytu. Váhy použité v našem modelu jsou normativní v tom smyslu, že v nich nejsou zahrnuty distribuční aspekty: tento článek se věnuje pouze ekonomické efektivitě jednotlivých nástrojů. Výsledky různých modelů však naznačují, že efektivní zpoplatnění dopravy může být distribučně neutrální, pokud je kombinováno s vhodným mechanismem redistribuce výnosů (Proost a Van Dender, 2001).

Literatura:

ATEM. 2001. Zjištění aktuální dynamické skladby vozového parku a jeho emisních parametrů. Praha : ATEM, 2001.

BLUNDELL, R., ROBIN, J.-M. 2000. Latent Separability: Groupping Goods without Weak Separability. *Econometrica*. 2000, roč. 68, č. 1, s. 53-84.

BONSALL, P. W., SHIRES, J. D., MAULE, J., MATTHEWS, B., BEALE, J. R. 2007. Responses to complex pricing signals: Theory, evidence and implications for road pricing. *Transportation Research. Part A: Policy and Practice*. 2007, č. 41, s. 672-683.

BOYER, K.D. 1998. *Principles of Transportation Economics*. Reading, Mass : Addison Addison-Wesley Longman, Inc., 1998.

BRÄNNLUND, R., NORDSTRÖM, J. 2004. Carbon Tax Simulation Using a Household Demand Model. *European Economic Review*. 2004, roč. 48, č. 1, s. 211 -233.

BRŮHA, J., FOLTÝNOVÁ, H. 2006. A contribution to predicting the modal split in urban passenger transport under incomplete data. In DELL´ORCO, M., SASSANELLI, D. (ed.). *Proceedings of the EWGT2006 Joint Conferences*. Bari: Technical University of Bari, 2006, s. 392–396. ISBN 88-901798-2-1.

BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, H. 2006. Teorie externalit v dopravě. In KOLEKTIV. *Roční zpráva k řešení projektu Ekonomika zavádění alternativních paliv v dopravě a možnosti invernalizace externích nákladů dopravy v ČR*. Projekt VaV MD ČR č. 1F44E/022/210. Praha : Centrum pro otázky životního prostředí UK a FD ČVUT, 2006, s. 97-130.

BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, H., BRŮHA, J. 2008. Assessment of Fiscal Measures on Atmospheric Pollution from Transport in Urban Areas. Chapter 14. In CAVALIERE, A., ASHIABOR, H., DEKETELAERE, K., KREISER, L., MILNE, J. (ed.). *Critical Issues in Environmental Taxation. International and Comparative Perspectives: Volume V*. Oxford : Oxford University Press, 2008, s. 335-350. ISBN: 978-0-19-954218-5.

COŽP. 2005. *Závěrečná zpráva projektu VaV MŽP č. VaV/320/1/03 „Externí náklady výroby elektřiny a tepla v podmínkách ČR a metody jejich internalizace“*. Praha : Centrum pro otázky životního prostředí UK v Praze, 2005.

DEATON, A. S., MUELLBAUER, J. 1980. An Almost Ideal Demand System. *The American Economic Review*. 1980, roč. 70, č. 3, s. 312-36.

DOMENCICH, T. A., McFADDEN, D. L. 1975. *Urban Travel Demand: A Behavioral Analysis*. Amsterdam : North-Holland Publishing Co., 1975.

EK. 2003. *External costs: Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport*. Luxemburg : Office for Official Publications of the European Communities, 2003.

FOLTÝNOVÁ, H., BRŮHA, J. 2006. Příspěvek k problematice optimálního zdanění. *Politická ekonomie*. 2006, roč. 54, č. 3, s. 366-381.

KURFÜRST, P. 2002. *Řízení poptávky po dopravě jako nástroj ekologicky šetrné dopravní politiky*. Praha : Centrum pro dopravu a energetiku, 2002.

MAS-COLELL, A., WHINSTON, M. D., GREEN, J. R. 1995. *Microeconomic Theory*. Oxford : Oxford University Press, 1995.

MAYERES, I. 2000. The Efficiency Effects of Transport Policies in the Presence of Externalities and Distortionary Taxes. *Journal of Transport Economics and Policy*. 2000, roč. 3, č. 2, s. 233-260.

MD. 2007. Ročenka dopravy 2006. Praha : Ministerstvo dopravy České republiky, 2007. http://www.sydos.cz/cs/rocenka-2005/index.html

MOHRING, H. 1972. Optimisation and scale economies in urban bus transportation. *American Economic Review*. 1972, roč. 62, č. 4, s. 591-604.

NASH, C., SANSOM, T., STILL, B. 2001. Modifying transport prices to internalise externalities: evidence from European case studies. *Regional Science and Urban Economics*. 2001, roč. 31, č. 4, s. 413-431.
OECD. 2002. External Costs of Transport in Central and Eastern Europe. (ENV/EPOC/WPNEP/T(2002)5). Study by INFRAS a HERRY pro OECD Environment Directorate and Austrian Ministry for Agriculture and Forestry, Environment and Water Management. Zurich/Vienna, 2002.
PARRY, I. W. H. 2005. Is Pay-As-You-Drive Insurance a Better Way to Reduce Gasoline than Gasoline Taxes? [Discussion paper RFF DP 05-15]. Washington, DC : Resources for the Future, 2005.
PARRY, I. W. H., SMALL, K. A. 2005. Does Britain or the United States have the Right Gasoline Tax? *The American Economic Review*. 2005, roč. 95, č. 4, s. 1276-1289.
PROOST, S., VAN DENDER, K. 2001. The welfare impacts of alternative policies to address atmospheric pollution in urban road transport. *Regional Science and Urban Economics*. 2001, roč. 31, č. 4, s. 383-411.
PROOST, S., VAN DENDER, K., COURCELLE, C., DE BORGER, B., PEIRSON, J., SHARP, D., VICKERMAN, R., GIBBONS, E.O., MAHONY, M., HEANEY, Q., VAN DEN BERGH, J., VERHOEF, E.: How large is gap between present and efficient transport prices in Europe? *Transport Policy*. 2002, roč. 9, č. 1, s. 41-57.
QUANDT, R. E. (ed.). 1970. *The Demand for Travel: Theory and Measurement*. Massachusetts : Heath Lexington Books, 1970.
SHIRLEY, C., WINSTON, C. 2004. Firm Inventory Behavior and the Returns from Highway Infrastructure Investments. *Journal of Urban Economics*. 2004, č. 55, s. 398-415.
SMALL, K. A., GÓMEZ-IBÁÑEZ, J. A. 1997. Road pricing for congestion management: The transition from theory to policy. In OUM, T. H. et al. (ed.). *Transport Economics. Selected Readings*. London : Routledge, 1997, s. 373-404.
SPIEKERMANN, K., WEGENER, M. 2004. Evaluating Urban Sustainability Using Land-Use Transport Interaction Models. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*. 2004, roč. 4, č. 3, s. 251-272.
STAVINS, R. N. 2003. Experience with Market-Based Environmental Policy Instruments. In VAN DEN BERGH, J. C. M. (ed.). *Handbook of Environmental and Resource Economics*. Cheltenham : Edvard Edgar, 2003.
WILLIAMS, M. 1979. Firm Size and Operating Costs in Urban Bus Transportation. *The Journal of Industrial Economics*. 1979, roč. 28, č. 2, s. 209-218.
WOOLDRIDGE, J. M. 2002. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. Cambridge, MA : The MIT Press, 2002.

APPLICATION OF MICROSIMULATION MODELS IN PASSENGER TRANSPORT: RESULTS FROM THE CZECH REPUBLIC AND ABROAD

Hana Brůhová-Foltýnová, Charles University Environment Centre in Prague, U Kříže 8, CZ – 158 00 Prague 5 (bruhova@hotmail.com)

Abstract

This paper summarizes recent experience with microsimulation models applied to analyze economic and environmental impacts of transportation scenarios. First, relevant international studies from the European and North American countries are reviewed. Then, the paper introduces a microeconomic model calibrated and simulated for five largest cities in the Czech Republic. This

model is the first attempt to apply a microsimulation model in the transport sector in the Czech Republic. Finally, results of simulations of different scenarios are discussed.
Model simulations suggest that the increase in the excise tax on fuels is welfare improving. In cities, where operation costs of public transport are significantly subsidized, this tool should be accompanied with a fare increase as well, because of costs of public funds. A decrease in fares is not likely to be welfare improving because of small induced modal split and high requirements of public funds needed to cover such policy.

Keywords
microsimulation models, passenger transport, urban transport, transport regulation

JEL Classification
D62, H23, R48