



Analýza cenové elasticity poptávky ve veřejné osobní městské hromadné dopravě

Vlastimil Melichar

Abstract

Demand price elasticity in transport is an important factor influencing the way of transport selection in public passenger transport. Attention is paid to the theory of demand and elasticity in transport and to possibilities of demand elasticity use in public passenger transport. Examples of calculation and demand price elasticity modelling are worked up for public urban passenger transport. In the end of the paper the author comments records of demand price elasticity modelling in public transport with the use of statistical linear regression model in selected segments of demand.

1. Úvod

Doprava je důležitým faktorem sociálního a ekonomického života společnosti a zasahuje do všech sfér lidského života. Rozvoj podnikání a působení konkurence na přepravním trhu nutí manažery dopravních podniků usilovat neustále o poznání velikostí a vývoje přepravních požadavků a modelování dopadů použitých nástrojů na ovlivňování resp. připoutání poptávky k jimi nabízené přepravní službě.

I když lze považovat tvorbu a existenci přepravních požadavků za víceméně náhodný proces, zejména v osobní dopravě, musí manažeri dopravních podniků neustále analyzovat a hodnotit dopady působení faktorů poptávky na velikost přepravních požadavků. Při provádění analýz lze vhodně využít obecné teorie poptávky a konceptu elasticity, které nachází svoje uplatnění i na trhu v dopravě.

Poptávka v dopravě je charakterizována působením řady faktorů vyplývajících z interakce společenských a ekonomických činností rozptýlených v prostoru. Rozmanitost těchto činností a komplexnost modelů jejich vzájemného působení vyvolává množství faktorů působících na velikost poptávky v dopravě.

Při zkoumání faktorů ovlivňujících poptávku ve veřejné osobní dopravě vycházíme z předpokladu, že cestující poptává přepravní službu v závislosti na určitých faktorech a osobních preferencích. K pochopení působení faktorů ovlivňujících poptávku v osobní dopravě je důležité zvažovat rozhodování o přepravě z hlediska uživatelů dopravy (cestujících). Zákazníci veřejné osobní dopravy se rozhodují použít dopravní systém na základě poskytnuté služby „od dveří ke dveřím“ mezi určitým začátkem a cílem cesty, než pouze na základě průměrné kvality služby dopravního podílu přemístění. To znamená, že cestující zvažuje i aspekty své jízdy, které nejsou ovlivňovány funkcí dopravního systému,

jako např. bezpečnost chůze z a na dopravní zastávku a relativní atraktivnost alternativních způsobů cestování. Kromě poplatku za přemístění cestující berou v úvahu dále dobu a nepohodlí spojené s cestováním.

Na základě uvedeného můžeme **za určující a působící faktory na poptávku v osobní dopravě považovat: cenu, úroveň příjmů cestujících, relativní ceny ostatních přepravních služeb, rychlost služby, kvalitu přepravní služby** (danou např. frekvencí, úrovní služby, pohodlím, spolehlivostí, bezpečností).

Z dopravní praxe je zřejmé, že na poptávku po dopravě dále působí vkus, resp. záliba poptávat určité druhy dopravy, zahrnující ostatní vlivy na poptávku po přepravě, které nejsou zahrnuty do výše uvedených faktorů. V dopravě se v průběhu času mění určité záliby. V současném období můžeme pozorovat zvýšenou orientaci společnosti na soukromou dopravu, vyplývající z růstu životní úrovně. S větším blahobytem a větší mírou volného času poroste i touha po větší volnosti a elasticitě nabízené osobním automobilem. Atraktivní je také možná změna modelů bydlení dále od městského centra. Poptávka po přepravě ve veřejné dálkové dopravě reaguje především na změny v kvalitě služby, zejména na jakékoliv snížení rychlosti nebo četnosti služeb. To poukazuje na to, že zde má cena přepravní služby pouze menší význam. Naopak u uživatelů místní veřejné dopravy k faktorům ovlivňujícím touhu po přepravě veřejnou dopravou patří především nízké jízdné a dále spolehlivost, větší četnost nabídnutých spojů, kryté zastávky apod.

Kromě uvedených faktorů, určujících poptávku v osobní dopravě, jejichž působení na poptávku může dopravce ve větší nebo menší míře ovlivnit, existuje řada faktorů, které působí na **vzorky poptávky neovlivnitelné dopravcem**, ke kterým patří: **špičková poptávka, změny v sociálních zvycích a společenském chování, změny v konkurenčních službách nebo cenách, změny v rozmístění obyvatelstva**.

Tyto faktory mohou výrazně ovlivnit zvýšení nebo snížení poptávky po osobní veřejné dopravě a současně příznivě nebo negativně působit na hospodárnost podnikání v osobní dopravě. Dopravci však mají pouze velmi omezenou možnost tyto změny předvídat a především ovlivňovat, např. uplatňováním marketingových nástrojů na přepravním trhu v osobní dopravě.

2. Teorie poptávky a elasticita

Při obecné charakteristice poptávky spotřebitele vycházíme ze vztahů mezi množstvím poptávaného zboží x_i , jednotkovými náklady (cenou) p_i a velikostí příjmů (důchodu) I nebo rozpočtu za předpokladu, že všechny ostatní faktory jsou nezměněné.

Individuální poptávku spotřebitele po i -tém zboží (službě) můžeme vyjádřit obecným funkčním modelovým vztahem:

$$Q_i = X_i(P_1, P_2, \dots, P_n, I) \quad (1)$$

kde: Q_i – poptávané množství i -tého zboží (přepravní služby); X_i – funkce poptávky individuálního spotřebitele po každém zboží (přepravní službě) v závislosti na faktorech poptávky; P_1 až P_n – ceny jednotlivých zboží (služeb); I – příjem (důchod) spotřebitele

Při modelování poptávky v osobní veřejné dopravě se zajímáme o chování celého trhu a nikoliv jednotlivých cestujících. Ke zkoumání základních vlastností tržní poptávky v osobní veřejné dopravě vycházíme ze segmentace přepravního trhu veřejné osobní dopravy, přičemž předpokládáme, že každý segment je homogenní v tom významu, že všichni účastníci mají stejnou funkci užitku, příjem a nebo rozpočet.

Za segmenty přepravního trhu městské veřejné osobní dopravy můžeme např. považovat:

- přepravené osoby – bločkové jízdenky
- přepravené osoby – předplatné občanské jízdenky
- přepravené osoby – žakovské jízdné
- přepravené osoby – předplatné jízdné důchodci

Vzhledem k tomu, že ceny jízdného v jednotlivých segmentech např. městské veřejné osobní dopravy jsou různé z důvodu realizace cenové diskriminace v jednotlivých segmentech, je potřebné modelovat funkce poptávky a elasticit v jednotlivých segmentech. Poptávku v jednotlivých tržních segmentech tedy budeme modelovat podle funkčního vztahu (1), který je roven vztahu (2), tedy platí

$$X_i(P_1, P_2, \dots, P_n, I) = X_i^k(P_1, P_2, \dots, P_n, I_k) \quad (2)$$

Předpokládáme deterministický vztah, podle kterého se určité hodnotě faktoru poptávky přiřazuje určitá hodnota velikosti poptávky.

Při modelování poptávky musíme všeobecný tvar funkčního modelového vztahu pro poptávku konkretizovat, a to matematicky a statisticky. Matematicky ho konkretizujeme tím, že ho zapíšeme v předpokládaném analytickém tvaru. Například v případě lineárního vztahu

$$y = a + bx_1 + cx_2 + u \quad (3)$$

Parametry (a, b a c) statisticky odhadneme např. pomocí regresní analýzy, tj. zápis (3) statisticky konkretizujeme zohledněním skutečnosti, že daný vztah mezi poptávaným množstvím y a faktory x_i platí a je pozorovaný v určitém čase t ($t = 1, 2, \dots, n$) takže je

$$y_t = a + bx_{t1} + cx_{t2} + u_t \quad (4)$$

K zápisu modelu poptávky (4) můžeme uvést, že jednotlivá sledování veličin y a x nemusí mít nevyhnutně rozměr času; sledování může mít i charakter průřezového údaje, například podle pozorovaných rodin.

Citlivost poptávky na zvolené proměnné (faktory) lze vyjádřit koeficientem elasticity. V našem případě byl při výpočtu změn počtu přepravených osob (y), při změně ceny jízdného (x) o jednu jednotku použit koeficient relativní elasticity, který umožňuje vyjádřit intenzitu vztahu mezi veličinami nezávisle od jejich měrných jednotek, ve tvaru:

$$e_p = \frac{y_1 - y_0}{y_1 + y_0} \cdot \frac{x_1 - x_0}{x_1 + x_0} \quad (5)$$

Výhodou tohoto vztahu pro výpočet elasticity je to, že kromě těsnější hodnoty k bodové elasticitě nedochází k problému nesrovnatelnosti v případě, že dojde k opačným změnám proměnných (faktorů).

Při stanovení koeficientu elasticity při matematické formulaci modelu poptávky byla zvažována matematická formulace lineárního modelu poptávky, jehož stochastický zápis má tvar: $y = a + bx_1 + cx_2 + u$ (6)

Pomocí statistické metody nejmenších čtverců byly odhadnuty hodnoty teoretických parametrů a, b a c, označované se stříškou tedy jako \hat{a} , \hat{b} , a \hat{c} . Model poptávky byl potom vyjádřen ve tvaru

$$y = \hat{a} + \hat{b} x_1 + \hat{c} x_2 + u \quad (7)$$

Parametry \hat{b} a \hat{c} kvantifikovaného lineárního modelu poptávky mají přímo smysl koeficientů absolutní elasticity a koeficient relativní elasticity se vyjádří podle vztahu:

$$e_{y,x_1} = \frac{\partial y}{\partial x_1} \frac{\bar{x}_1}{\bar{y}} = \hat{b} \frac{\bar{x}_1}{\bar{y}}; \quad e_{y,x_2} = \frac{\partial y}{\partial x_2} \frac{\bar{x}_2}{\bar{y}} = \hat{c} \frac{\bar{x}_2}{\bar{y}} \quad (8)$$

kde \bar{y} a \bar{x} jsou průměrné hodnoty.

Stochastická náhodná složka modelu u v modelu poptávky představuje nevysvětlitelný zbytek, rezidium, vyplývající z proměnlivosti poptávky a faktorů působících na poptávku. Jde vlastně o rozdíl mezi pozorovanou hodnotou y a z modelu vypočtenou hodnotu \hat{y} , takže $u = y - \hat{y}$.

Při praktickém modelování cenové elasticity poptávky v osobní veřejné hromadné dopravě byl použit model poptávky ve tvaru $y = a + bx + u$.

3. Využití poptávkové cenové elasticity ve veřejné osobní dopravě

Účinek cenové elasticity představuje odpovídající reakci zákazníka na změny cen dopravců. Obecně ji lze využít i pro odhad nových zákazníků vstupujících na trh v dopravě. Ukazovatelem této změny je koeficient cenové elasticity (e_p), který můžeme vyjádřit např. vztahem (5), tj.:

$$e_p = \frac{y_1 - y_0}{y_1 + y_0} \cdot \frac{x_1 - x_0}{x_1 + x_0}$$

kde: y_1 – poptávka při nové ceně; y_0 – poptávka při současné ceně; x_1 – nová cena;
 x_0 – současná cena.

Koeficient cenové elasticity poptávky vyjadřuje změnu poptávky při určité změně cen. Podle toho jakých hodnot nabývá e_p může být poptávka v závislosti na ceně:

- **elastická**, když $e_p < -1$,
- **proporcionální (jednotková)**, když $e_p = -1$,
- **neelastická**, když $e_p > -1$.

Obecně by mělo při snižování jízdného docházet ke zvýšení poptávky, ale chování zákazníků při cenových změnách je ovlivněno dalšími specifickými vlivy. Proto se při statistice cenové elasticity poptávky v osobní dopravě setkáváme s problémem, že jde o průměrnou elasticitu pro několik skupin působících vlivů cenových změn. Cenová elasticita poptávky by měla být ideálně dávaná do několika specifických součástí, které v osobní dopravě mohou zahrnovat čtyři široké oblasti klasifikace cenových změn, a to:

- účel cesty,
- metoda účtování nákladů,
- uvažované časové období,
- absolutní úroveň cenových změn.

4. Příklady výpočtu a modelování cenové elasticity poptávky ve veřejné osobní dopravě

Z teorie poptávky a elasticity vyplývá, že k výpočtu a odhadu reakce poptávky ve veřejné osobní dopravě na cenové změny lze využít jednak výpočet relativních koeficientů cenové elasticity z jednotlivých pozorovaných hodnot poptávky a odpovídajících cen jízdného v Kč nebo Kč/oskm nebo výpočet koeficientů cenové elasticity pomocí ekonometrického modelu poptávky (v našem případě regresního lineárního modelu).

4.1 Výpočet koeficientů cenové elasticity poptávky ve veřejné osobní městské hromadné dopravě

Podklady o počtech přepravených osob a průměrných cenách jízdného byly vypočteny z vnitropodnikových statistik dopravního podniku o počtech prodaných jízdenek a tržbách linkové dopravy v letech 1993 – 2001. K výpočtu koeficientů elasticity v jednotlivých letech a segmentech přepravního trhu MHD byl použit vztah (5). Statistické údaje pro výpočet cenové elasticity byly vypočteny z přehledů prodaných jízdenek v kusech a přehledů tržeb linkové dopravy k 31.12. příslušného roku v DPmP, a.s. Zjištěné hodnoty koeficientů cenové elasticity byly vypočteny za celkovou tržní poptávku a v segmentech: přeprava osob celkem; přeprava osob – bločkové jízdenky; přeprava osob – předplatné občanské časové jízdenky; přeprava osob – předplatné žákovské jízdné; přeprava osob – předplatné jízdné důchodci

Dosažené výsledky výpočtu jsou dokumentovány na příkladu segmentu přeprava osob celkem v následující tabulce:

Tab. č. 1 : Výpočet koeficientů cenové elasticity v segmentu přeprava osob celkem

| Rok Ukazatel | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Počet osob v tis. | 29 405 | 28 766 | 29 249 | 28 642 | 27 866 | 25 792 | 24 678 | 24 263 | 24 131 |
| Kč/jízda | 1,81 | 1,83 | 1,84 | 2,25 | 2,47 | 2,93 | 2,86 | 3,18 | 3,49 |
| Koef. cenové elasticity | | -2,0 | 3,05 | -0,10 | -0,29 | -0,45 | 1,83 | -0,16 | -0,59 |

Z výsledků výpočtů koeficientů cenové elasticity vyplynulo, že poptávka v segmentu přeprava osob MHD celkem je neelastická, tzn. že při zvyšování průměrných cen za přepravu klesá poptávka po přepravě pomaleji než růst cen.

4.2 Modelování cenové elasticity poptávky ve veřejné osobní městské hromadné dopravě

Při modelování cenové elasticity poptávky byl použit přístup modelování pomocí statistického modelu lineární regrese a určení parametrů regresního modelu pro výpočet koeficientu relativní elasticity lineárního modelu poptávky po veřejné osobní městské hromadné dopravě celkem a ve vybraných tržních segmentech poptávky. Ke stanovení jednotlivých statistických lineárních regresních modelů a k odhadu parametrů modelů byl použit program STATISTIKA. Výsledky výpočtu jsou shrnuty v tabulce č.2.

Tab.č.2: Výsledky modelování koeficientů cenové elasticity poptávky ve veřejné osobní městské hromadné dopravě

| Druh osobní veřejné dopravy | Tržní segment | Rovnice statistického modelu lineární regrese | Spolehlivost odhadu | Koeficient relativní cenové elasticity modelu | Druh cenové elasticity poptávky |
|-----------------------------|---------------------------------|---|---------------------|---|---------------------------------|
| MHD | Přeprava celkem | $Y = 35546,4 - 3403,5X$ | 99% | -0,32 | neelastická |
| | Bločkové jízdenky | $Y = 14310,3 - 1159,04X$ | 99% | -0,57 | neelastická |
| | Předplatné obč. časové jízdenky | $Y = 11352,1 - 1392,9X$ | 99% | -0,38 | neelastická |
| | Předplatné studentské jízdenky | $Y = 6964,62 - 598,83X$ | < 90% | - | - |
| | Předplatné jízdné důchodci | $Y = 1446,0 + 567,2X$ | > 90% | 0,33 | paradox |

5. Závěr

Z uvedených výpočtů vyplývá, že většina poptávkových funkcí po přepravě v jednotlivých segmentech veřejné osobní městské hromadné dopravy je cenově neelastická. Dopravní podnik proto může očekávat, že v případě zvýšení tarifu jízdného v jednotlivých segmentech dojde k poklesu poptávky, který bude ale procentuálně nižší než procentuální zvýšení tarifů jízdného. Cenově neelastická poptávka ukazuje, za předpokladu konstantních příjmů cestujících a konstantních cen ostatních přepravních služeb, že dopravní podnik může případně dosáhnout i při zvýšení cen zvýšení tržeb v jednotlivých segmentech.

Závislost ceny a poptávky po přepravě se nepodařilo prokázat v segmentu předplatné studentské jízdenky MHD, pro který nelze konstruovat statistický lineární regresní model. V případě studentských jízdenek MHD je poptávka pravděpodobně pouze závislá na růstu počtu studentů.

K paradoxu dochází v segmentu platící důchodci MHD, kde je hodnota modelového koeficientu cenové elasticity kladná, což znamená, že s růstem ceny jízdného roste poptávané množství jízd a rostou tržby dopravního podniku v uvedeném segmentu. Z obecné teorie poptávky podle např. Samuelsona a Nordhause pro tento jev vyplývá, že pozitivní příjmový efekt převáží nad negativním substitučním efektem (jde o tzv. Giffenův Paradox). V případě důchodců lze tento efekt zdůvodnit tím, že důchodci často jezdí k lékaři nebo za nákupy základních potřeb veřejnou osobní městskou a železniční dopravou a současně nemohou, například vzhledem ke zdravotnímu stavu nebo nízkým příjmům, používat např. substituční individuální dopravu. Je rovněž obecně známo, že důchodci představují nejdynamičtější se vyvíjející skupinu obyvatelstva v České republice.

Závěrem lze konstatovat, že zjištěné modely cenových poptávkových funkcí v jednotlivých segmentech poptávky ve veřejné osobní městské hromadné dopravě lze použít při odhadování dopadů cenových změn (tarifů jízdného osobní dopravy) na velikost poptávky. Současně mohou managementu dopravního podniku pomáhat i při odhadech dopadů cenových změn na velikost předpokládaných tržeb po zvýšení nebo snížení tarifů jízdného v osobní dopravě. Reálnost uvedených odhadů je pochopitelně závislá na tom, zda nedojde k výrazným změnám v průměrných příjmech cestujících a současně na přepravní trh nevstoupí další dopravci s nabídkou cenově nižších substitučních služeb veřejné osobní dopravy.