

PREDIKCIA VÝVOJA HROMADNEJ OSOBNEJ DOPRAVY V ŽILINSKOM KRAJI

PREDICTION OF DEVELOPMENT MASS PASSENGER TRANSPORT IN ZILINA DISTRICT

Ján Ondruš¹, Jana Dicová²

Anotácia: Osobná doprava vo vzťahu k územiu vo všeobecnom chápaní zastáva dôležité miesto, pretože má pozitívny vplyv na jeho rozvoj, ktorý je treba vidieť predovšetkým v raste a rozvoji všetkých možných aktivít, čo sa odráža aj v ekonomickom rozvoji regiónu a prispieva k fyzickému dosiahnutiu základného cieľa dopravy voľnému pohybu osôb. Hlavný problém riešený v tomto článku spočíva v predikcii vývoja základných ukazovateľov prepravy podnikov s prevažujúcou činnosťou v cestnej doprave na základe zhodnotenie minulých trendov a implementácie modelov plánovania a prognostiky.

Kľúčové slová: predikcia, metódy, doprava, verejnosť, vývoj.

Summary: In general concept passenger transport in the relation to the region holds an important role because it has got a positive effect for its development. It can be seen especially in the growth and development of all practicable activities that also reflects the economic development of the region and contributes to a physical acquirement of the basic aim of transport to free movement of persons. The main problem solved in this paper consists in the prediction of the development of basic indicators of transport of enterprises with activity in road transport according to the evaluation of last trends and implementation of models, planning and prognostics.

Key words: prediction, methods, transport, public, development.

ÚVOD

Verejná hromadná osobná doprava predstavuje dôležitý sociálno–ekonomický prvok prostredia, v ktorom pôsobí. Má charakter služby obyvateľstvu, ktorej ťažisková úloha spočíva v uspokojovaní jeho každodenných požiadaviek na prepravu (cesty do zamestnania, škôl, úradov, do zdravotníckych zariadení a pod.). (3) Prepravné požiadavky obyvateľov predstavujú významnú zložku životného spôsobu a úlohou osobnej dopravy je zabezpečenie takého dopravného spojenia, aby v čo najvyššej miere vzniknuté potreby uspokojila. A zároveň, aby bola preprava vzhľadom na charakter regiónu vykonávaná čo najefektívnejšie. (5)

¹ Ing. Ján Ondruš, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra cestnej a mestskej dopravy, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Tel.: 00421 041/513 3526, E-mail: jan.ondrus@fpedas.uniza.sk

² Ing. Jana Dicová, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta riadenia a informatiky, Katedra manažérskych teórií, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Tel.: 00421 041/513 4077, E-mail: jana.dicova@fri.uniza.sk

Predikciu možno zaradiť medzi základné manažérske činnosti riadiacich pracovníkov v dopravnom podniku, ktorá je založená na predvídaní budúceho vývoja na základe analýzy vývoja údajov z minulosti. V prípade dopravných podnikov s prevažujúcou činnosťou v cestnej doprave sa za východiskové údaje – kvantifikáciu požiadaviek, ktoré sú predmetom analýzy, považujú nasledovné ukazovatele prepravy:

- *objem prepravy* (v osobách) ~ vyčíslený na základe predaných lístkov,
- *prepravný výkon* (v osobových kilometroch) ~ predstavujúci súčin objemu prepravy a vzdialenosti, na ktorú bol vydaný lístok.

Za hlavný dôvod tohto skúmania možno považovať snahu manažérov zistiť plánovanú hodnotu dopytu a ponuky v nasledujúcom období a zároveň flexibilne reagovať na meniace sa prostredie prepravného trhu a vplyvu všetkých jeho subjektov

1. CHARAKTERISTIKA ŽILINSKÉHO KRAJA

Žilinský kraj sa rozkladá v severozápadnej časti Slovenska. Rozlohou 6 809 km² zaberá 13,9 % rozlohy štátu a je tretím najväčším krajom Slovenskej republiky. Severozápadná hranica je súčasne štátnou hranicou s Českou republikou a na severe hraničí s Poľskom. Kraj má spoločné hranice s tromi ďalšími kraji Slovenska – Trenčianskym na juhozápade, Banskobystrickým na juhu a Prešovským na severe a severovýchode. Žilinský kraj zahŕňa päť prirodzených historických regiónov Horné Považie, Kysuce, Liptov, Orava a Turiec.



Zdroj: (7)

Obr. 1 - Územie žilinského kraja

Počtom 697 502 obyvateľov k 31. 12. 2009 patrí žilinský kraj na štvrté miesto v rámci krajov SR a jeho podiel na celkovej počte obyvateľov predstavuje 12,9 %. Hustotou osídlenia 102,4 obyvateľov na km² sa kraj radí na šieste miesto v medzikrajskom porovnaní. Podiel obyvateľov v produktívnom veku (15 - 64) predstavuje 72,14 %. V období rokov 2002 - 2008 sa početnosť tejto skupiny obyvateľov zvýšila o 20 261 (o 2,57 %), čo je spôsobené tým, že do produktívneho veku prichádzajú ešte stále počtom silnejšie generácie, ako sú generácie odchádzajúce do veku poproduktívneho.

Základné ukazovatele žilinského kraja:

- Rozloha: 6 809 km²
- Počet obyvateľov: 697 502

- Sídlo kraja: Žilina
- Regionálny HDP: 6 688 eur na obyvateľa
- Počet nezamestnaných: 10,64 %
- Priemerná mesačná mzda: 627,59 eur
- Počet okresných miest: 11
- Počet miest: 7
- Počet obcí: 298

Žilinský kraj má veľmi dobrú dopravnú polohu v rámci Slovenska na dôležitých medzinárodných a vnútroštátnych komunikáciách. Prechádza ním hlavný cestný ťah z Českej republiky na Ukrajinu i cestné ťahy z Bratislavy a Šiah smerom do Poľska. Ku koncu roka 2008 bolo v kraji 66,803 km diaľničných úsekov a ďalšie sú vo výstavbe. Organizácia železničnej dopravy predurčuje Žilinský kraj za miesto napojenia železničnej siete Slovenska na celoeurópsky systém. Prepojenie je zabezpečené hlavnou traťou Bratislava - Košice, ktorá prechádza cez Žilinu a traťami zo susedného Poľska a Českej republiky, ktoré prechádzajú Čadcou smerom na Žilinu. Tým sa Žilina stáva dôležitým dopravným uzlom ako regiónu tak Slovenska. Centrálnym uzlom je Žilina s novou zriaďovacou stanicou Teplička nad Váhom. Medzinárodná letecká doprava je lokalizovaná 10 km od centra regiónu v obci Dolný Hričov. (7)

Vývoj počtu prepravných osôb za žilinský kraj je spracovaný za obdobie 2001 – 2009 v tab. 1. Z dlhodobejšieho hľadiska vývoja prepravených osôb môžeme konštatovať, že v každom roku dochádza k jeho medziročnému poklesu (od 3 – 10 %) . Medzi rokmi 2001 a 2009 nastal pokles v počte prepravených osôb za rok z hodnoty 89 076 tis. cestujúcich na úroveň 52 904 tis. cestujúcich, čo predstavuje výrazný pokles o 40,6 %.

Tab. 1 - Počet prepravených osôb v podnikoch s prevažujúcou činnosťou v cestnej doprave v žilinskom kraji

Kraj	Prepravené osoby (tis. osôb)								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Žilinský	89 076	86 408	79 103	73 437	69 187	66 704	62 926	58 975	52 904

Zdroj: (6)

2. MODELOVANIE TRENDU V DOPRAVE

Trend, možno zadefinovať ako postupnosť ukazovateľov, ktoré sa menia vzhľadom na funkciu času, závislosti parametrov a vyjadrujú vývojové tendencie pohybu. (1)

Trend určuje smer pohybu skúmaného javu (v našom prípade ukazovateľa prepravy) do budúcnosti, vychádza z funkcie času a vyjadruje vývojové tendencie pohybu udalostí pri zohľadnení výkyvov, ktoré v priebehu vývoja udalostí vznikajú a môžu byť i pre budúcnosť nepredvídateľné. Problém, ktorý je predmetom riešenia v analýze trendu, je voľba vhodného modelu trendu. (4)

Modely exponenciálneho vyrovnávania (napr. Brownov model) aplikovateľné na predikciu hromadnej osobnej dopravy sú založené na analýze prírastku, ktorý môže mať nepravidelný priebeh, (nie je podmienkou aby bol stály alebo lineárny) pozorovanej hodnoty voči východiskovému stavu. Východiskovým predpokladom na tvorbu predikcie je poznatok o priamej úmere prírastku počtu prvkov v súbore počtu jednotiek na počiatku intervalu rasu a dĺžky tohto intervalu. Modely exponenciálneho vyrovnávania sú založené na myšlienke priradenia najvyššej váhy poslednej hodnote časového radu (t.j. vekovo najmladšej hodnote), pretože uvedená hodnota obsahuje najnovšie informácie o aktuálnych zmenách vo vývoji sledovaného ukazovateľa. Predpokladom je, že váha ostatných hodnôt časového radu (t.j. vekovo starších) z hľadiska predikcie exponenciálne klesá s ich vekom. (2)

Holtovo exponenciálne vyrovnávanie ~ uvedený model adiptívneho lineárneho trendu, bol navrhnutý Holtom. Využíva exponenciálne vyrovnávanie, ale používa dve vyrovnávajúce konštanty, ktoré vyrovnávajú zmeny na úrovni jednotlivých úsekov časového radu a smernice lineárnych trendov v jednotlivých úsekoch časového radu. Model je vhodné používať vtedy, ak časový rad má výrazne lineárny trend a exponenciálne vyrovnávanie dáva skreslené hodnoty. (2)

Lineárna trendová funkcia rieši problém vyjadrenia závislosti jednej premennej od inej premennej alebo od viacerých premenných veličín (hodnoty ukazovateľov prepravy). Riešenie je zamerané na minimalizáciu náhodných zložiek a zabezpečenie, aby sa vysvetľovaná premenná čo najpresnejšie vysvetlila vysvetľujúcimi premennými. (2)

Tab. 2 - Základný prehľad použitých metód predikcie

<i>Metóda</i>	<i>Tvar</i>	<i>Výpočet predikcie – odhad trendových hodnôt</i>
<i>Exponenciálne vyrovnávanie (Brownov model)</i>	$T_{t-k} = A_{0t} - A_{1t} \cdot k$	$\hat{y}_t = \hat{y}_t(0) = a_{0t} = 2S_t - S_t^{[2]}$
<i>Holtovo exponenciálne vyrovnávanie</i>	$T_t = A_{0t} + A_{1t} \cdot t$	$\hat{y}_{t+l} = \hat{y}_t(l) = a_{0,t} + a_{1,t} \cdot l$
<i>Lineárna trendová funkcia</i>	$T_t = A_0 + A_1 \cdot t$	$\hat{y}_t = \hat{T}_t = a_0 + a_1 \cdot t$

Zdroj: autori

Aplikácia vybraných (vhodných) metód predstavuje voľbu vhodnej trendovej funkcie pre daný časový rad, na základe vykonanej dekompozície a predpokladaných vlastností vývoja trendu, vzhľadom na skúmanú problematiku. Z hodnôt časového trendu sa odhadnú parametre modelu, v prípade ak uvedený odhad parametrov spĺňa podmienku významnosti môže byť použitý pre stanovenie prognózy (tab. 2).

Tab. 3 – Modelovanie trendu výkonov HOD za roky 2001 – 2009 pre Žilinský kraj

Časový horizont - rok	Objekt prognózy – objem prepravy (prepravené osoby v tis.)	Modelovanie trendu		
		Brownovo exponenciálne vyrovnávanie	Holtovo exponenciálne vyrovnávanie	Lineárna trendová funkcia
2001	89 076	90 123,1	89 612,4	88 707,2
2002	86 408	84 615,3	84 760,4	84 272,6
2003	79 103	79 444,1	80 882,5	79 838,0
2004	73 437	74 589,0	75 553,6	75 403,5
2005	69 187	70 030,5	69 895,3	70 968,9
2006	66 704	65 750,6	64 695,0	66 534,3
2007	62 926	61 732,3	60 702,7	62 099,8
2008	58 975	57 959,6	57 004,0	57 665,2
2009	52 904	54 417,5	53 400,6	53 230,6

Zdroj: prepočty autorov

3. PREDIKCIA HROMADNEJ OSOBNEJ DOPRAVY V ŽILINSKOM KRAJI

Budúcnosť a predikcia vývoja hromadnej osobnej dopravy má dôležitý význam, práve z dôvodu, že základná úloha tohto druhu dopravy spočíva v uspokojovaní každodenných požiadaviek na prepravu (cesty do zamestnania, škôl, úradov, do zdravotníckych zariadení a pod.) a prispieva k fyzickému dosiahnutiu základného cieľa dopravy voľnému pohybu osôb.

Na základe aplikácie metód predikcie na ukazovatele prepravy za sledované obdobie rokov 2001 – 2009 bola vyčíslená hodnota vývoja daného ukazovateľa na nasledujúce obdobie, t.j. rok 2010 (hodnoty sa nachádzajú v tab. 4).

Tab. 4 - Predikcia výkonov HOD na rok 2010 pomocou modelovania trendu

Časový horizont - rok	Predikcia výkonov HOD (prepravené osoby v tis.) pomocou modelovania trendu		
	Brownovo exponenciálne vyrovnávanie	Holtovo exponenciálne vyrovnávanie	Lineárna trendová funkcia
2010	51 091,8	48 827,8	48 796,1

Zdroj: autori

Zhodnotenie vstupných údajov a ich vývoj v sledovanom období umožnil pri predikcii hodnoty vývoja prepravených osôb využitie troch prognostických metód, ktorých výsledky hodnoty na rok 2010 sa líšia v závislosti od možností vykonanej dekompozície uvedenej metódy a predpokladaných vlastností vývoja trendu, vzhľadom na skúmanú problematiku.

Metóda *Brownovho exponenciálneho vyrovnávania* vyjadrila počet prepravených osôb

na rok 2010 s hodnotou 51 091,8 tis. osôb, metóda *Holtovho exponenciálneho trendu* predpokladá hodnotu prepravených osôb v roku 2010 v objeme 48 827,8 tis. osôb. Vývoj sledovaného ukazovateľa pomocou *lineárnej trendovej funkcie* predpokladá hodnotu prepravených osôb v nasledujúcom roku 2010 v objeme 48 796,1 tis. osôb. Potenciálne hodnoty vývoja ukazovateľa prepravy osôb sú v súlade s klesajúcou tendenciou vývoja ukazovateľa v sledovanom období rokov.

Zistené hodnoty po aplikácii vybraných sledovaných metód boli ešte posúdené na základe vybraných kritérií o vhodnosti použitia vybraných metód. Za prioritné hľadisko o vhodnosti aplikácie metódy bola stanovená hodnota RMSE (Root Mean Square Error), ako základný ukazovateľ miery presnosti vyrovnávania, alebo priemernej hodnoty charakteristiky rezídií (t.j. rozdielu skutočnej hodnoty trendu a vyrovnaných – odhadnutých hodnôt trendu).

Tab. 5 - Miera presnosti vyrovnávania (RMSE) vybraných metód

<i>Kritérium vhodnosti</i>	<i>Predikcia výkonov HOD (prepravené osoby v tis.) pomocou modelovania trendu</i>		
	<i>Brownovo exponenciálne vyrovnávanie</i>	<i>Holtovo exponenciálne vyrovnávanie</i>	<i>Lineárna trendová funkcia</i>
RMSE	1 315,85	1 861,68	1 454,65

Zdroj: autori

Objem prepravy osôb a jej vývoj možno najlepšie popísať prostredníctvom *metódy Brownovho exponenciálneho vyrovnávania, metódy lineárna trendová funkcia a Holtovho exponenciálneho vyrovnávania*, vzhľadom na priebeh časového radu vstupných údajov v sledovanom období. Zohľadnenie kritéria vhodnosti modelu predikcie a dosiahnutých hodnôt vývoja ukazovateľov prepravy jednotlivých metód určilo za vhodnejšiu metódu na predikciu kvantifikácie požiadaviek ***Brownovo exponenciálne vyrovnávanie*** a skúmaný ukazovateľ dosiahol pokles, t.j. hodnotu 51 091,8tis. osôb pri RMSE = 1 315,85.

Aplikácia uvedenej metódy môže výrazne prispieť k lepšiemu stanoveniu vývoja do budúcnosti pri stanovení plánov a zároveň zabezpečiť efektívnejšie riadenie celého prepravného procesu pri zohľadnení cieľov dopravy, požiadaviek zákazníkov i meniaceho sa prostredia prepravného trhu

4. ZÁVER

Podnikanie v doprave je ovplyvňované množstvom faktorov, ktoré vplyvajú na hodnotu predikovaných veličín (napr. hospodárska a sociálna politika štátu), avšak celý proces stanovovania vývoja ukazovateľov podnikania v doprave predstavuje komplexný súbor znalostí a techník, predovšetkým manažérov, potrebných k zabezpečeniu základného poslania dopravných podnikov – aby sa produkt dopravy dostal ku konečnému zákazníkovi za splnenia optimálnych podmienok a zároveň prispieval k naplneniu strategických cieľov, t.j. k orientácii

na kvalitu a komplexnosť prepravy vo väzbe na orientáciu na zákazníka a aplikáciu najnovších poznatkov z výskumu.

Pri riadení v regiónoch, vzhľadom na zvyšujúce sa prepravné požiadavky a nároky na rozvoj regiónov je potrebné vytvárať pre manažérov moderné ale pritom jednoduché postupy a štruktúry riadiacej práce. Práve implementácia vhodných prognostických metód a modelov plánovanie, ktoré umožnia zistiť plánovanú hodnotu ponuky a dopytu pri zohľadnení vývoja časových radov predstavuje možné riešenia, ktoré prispievajú k dosahovaniu stabilných a dlhodobých výsledkov činnosti regiónu i dopravných podnikov, ktoré výrazne ovplyvňujú dopravné podnikanie na prepravnom trhu, k usmerňovaniu javov do budúcnosti a naplneniu strategických cieľov, aplikácii inteligentných dopravných systémov, integrovaných dopravných systémov, vyššej bezpečnosti a kvalite poskytovaných služieb.

POUŽITÁ LITERATURA

- (1) DICOVÁ, J. – ONDRUŠ, J.: *Trend of Public Mass Transport Indicators – as a Tool of Transport Management and Development of Regions*, In: Scientific letters of the University of Zilina Communications, ročník 12., číslo 3A/ 2010. s. 121 – 126. ISSN 1335-4205, EDIS – vydavateľstvo ŽU.
- (2) CHAJDIAK, J. – RUBLÍKOVÁ, E. – GUDÁBA, M.: *Štatistické metódy v praxi*. STATIS Bratislava, 1994.
- (3) KALAŠOVÁ, A., PAĽO, J.: *Dopravné inžinierstvo – organizácia a riadenie dopravy*. Žilina: Žilinská univerzita, 2003. 165 s. ISBN 80-8070-076-1.
- (4) PAĽO J. : *Modelovanie dopravného a prepravného procesu vo veľkom územnom celku* In: CMDTUR 2005 : Cestná a mestská doprava a trvalo udržateľný rozvoj = Road and urban transport and sustainable development : 3. medzinárodná konferencia : Žilinská univerzita v Žiline, 13.9.-14.9.2005. - V Žiline: Žilinská univerzita, 2005. - ISBN 80-8070-452-X. - S. 230-232.
- (5) POLIAK, M. – KONEČNÝ, V.: *Trh hromadnej osobnej dopravy a jej financovanie*. Žilina: Žilinská univerzita, 2009. 176 s. ISBN 978-80-8070-999-0.
- (6) Štatistický úrad Slovenskej republiky – www.statistics.sk
- (7) Žilinský samosprávny kraj - <http://www.regionzilina.sk/showdoc.do?docid=4>

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt:

Centrum excelentnosti pre systémy a služby inteligentnej dopravy, ITMS 26220120028 spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



Agentúra
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ

"Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ"