

TVORBA TURNUSŮ NÁLEŽITOSTÍ

Jaroslav Kleprlík¹

Anotace: Článek uvádí dva způsoby tvorby turnusů náležitostí ve veřejné linkové dopravě. Jedná se o tvorbu turnusů s ohledem na produktivitu jízd a prostoje a o využití přiřazovacího problému.

Klíčová slova: turnus, dopravní proces, osobní doprava

1. ÚVOD

Tvorba turnusů náležitostí ve veřejné linkové dopravě představuje jeden z technologických problémů dopravního procesu. Úlohou je sestavit turnusy tak, aby byl potřebný minimální počet náležitostí, a zároveň došlo k jejich maximálnímu využití. K řešení lze využít metod operačního výzkumu a teorie dopravy.

2. TVORBA TURNUSŮ S OHLEDEM NA PRODUKTIVITU JÍZD A PROSTOJE

Je třeba uspokojit n přepravních požadavků, pro které je k dispozici n homogenních vozidel. Náklady potřebné na přiřazení i -tého vozidla j -tému požadavku ($i, j = 1, 2, 3, \dots, n$) se vyjádří maticí $A = (a_{ij})$ jak je uvedeno vztahem 1.

$$A = c_p * d_{ij} + c_z * p_{ij} \quad (1)$$

Kde:

A náklady na přiřazení i -tého vozidla j -tému požadavku [Kč],

c_p cena přistavné jízdy prázdného vozidla [Kč/km],

d_{ij} vzdálenost přistavné jízdy z S_i do S_j [km],

c_z cena za zpoždění při přistavení vozidla [Kč/min],

p_{ij} velikost zpoždění přistavení i -tého vozidla na místo j -tého požadavku [min],

S_i místo, kde je i -té vozidlo,

S_j místo, kde se nachází j -tý požadavek.

Velikost zpoždění přistavení i -tého vozidla na místo j -tého požadavku uvádí vztah 2.

¹ Jaroslav Kleprlík, Doc., Ing., Ph.D., Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra technologie a řízení dopravy, Studentská 95, 532 10 Pardubice, ČR, tel.: +420 603 6431, fax: +420 603 6303, Jaroslav.Kleprlik@upce.cz

$$p_{ij} = \max \left\{ T_i + \frac{d_{ij}}{V} - T_j, 0 \right\} \quad (2)$$

Kde:

$p_{i,j}$velikost zpoždění přistavení i -tého vozidla na místo j -tého požadavku [h],

T_i čas, ve kterém je i -té vozidlo k dispozici v místě S_i [h],

d_{ij} vzdálenost z S_i do S_j [km],

V rychlost vozidla [km/h],

T_jčas, ve kterém má být přistaveno vozidlo pro zajištění j -tého požadavku v místě S_j [h].

Doba potřebná na přejezd mezi spoji je vyjádřena vztahem 3.

$$t_{ij} = \frac{d_{ij}}{V} \quad (3)$$

Kde:

t_{ij} doba potřebná na přejezd mez spoji [h],

d_{ij} vzdálenost z S_i do S_j [km],

V rychlost vozidla [km/h].

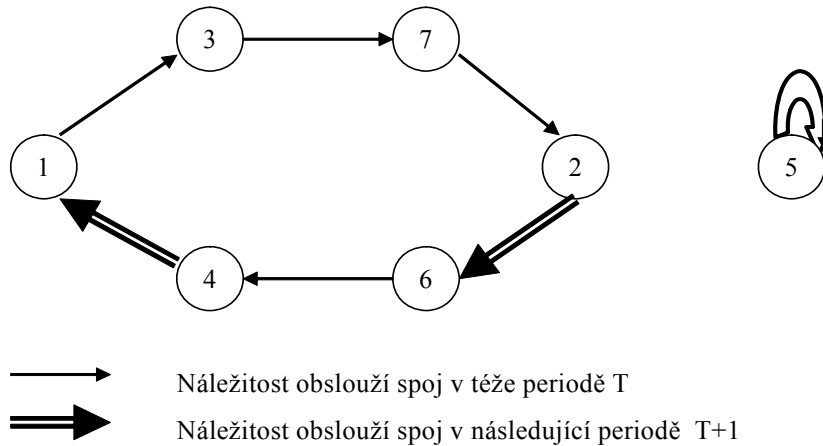
Minimální celkové náklady na tvorbu turnusů se dosáhnou, když pro každé $i = 1, 2, \dots, n$ je nalezeno právě jedno j_i , tak, aby přiřazení $i \rightarrow j_i$ byla permutace čísel $1, 2, 3, \dots, n$ a také, aby $\sum_{i=1}^n a_{ij}$ byla minimální.

3. VYUŽITÍ PŘÍŘAZOVACÍHO PROBLÉMU PRO TVORBU TURNUSŮ NÁLEŽITOSTÍ

Jedna z možností pro stanovení turnusů náležitostí je jejich tvorba z hlediska celkových nákladů. Například pro případ tvorby turnusů pro $S = 7$ spojů, které se pravidelně v rámci časové periody $T = 24$ hodin opakují je přípustné řešení dáno nějakou permutací $P(i \rightarrow j)$, která znázorňuje přechody náležitostí mezi dvojicemi spojů.

Máme například permutaci $P = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 3 & 6 & 7 & 1 & 5 & 4 & 2 \end{pmatrix}$.

Tyto permutace lze znázornit orientovaným grafem (viz. obrázek 1), kde uzly znázorňují spoje a orientované hrany přechody náležitostí mezi nimi. Předpokladem je, že každý spoj v jízdním řádu je během časové periody realizován jen jednou.



Obr. 1: Znázornění permutace přechodů náležitostí mezi spoji

Základní problém optimalizace oběhů je možné formulovat následujícím způsobem:

- během jedné periody $d_{ij} = 0$,
- při přechodu do následující periody $d_{ij} = 1$.

Pro řešený příklad platí vztahy 4 a 5.

$$d_{13} = d_{37} = d_{72} = d_{64} = 0 \quad (4)$$

$$d_{26} = d_{41} = d_{55} = 1 \quad (5)$$

Potřebný počet náležitostí N v periodě T při S počtu spojů se určí podle vztahu 6 a závisí na permutaci $P(i \rightarrow j)$.

$$N = \sum_{i=1}^S d_{ij} \quad [\text{počet}] \quad (6)$$

Ve zvoleném příkladu je výsledek shrnut do tabulky 1.

Tab. 1: Počty náležitostí při sestavě turnusů

Náležitost	Perioda		
	1	2	...
1	1,3,7,2	6,4	...
2	6,4	1,3,7,2	...
3	5	5	...

Pro každou dvojici spojů jsou pro ocenění přípustného řešení turnusů dány:

- matice $D = (d_{ij})$, která vyjadřuje, zda lze tyto spoje obsloužit jednou náležitostí v jedné periodě $d_{ij} = 0$, ve dvou po sobě následujících periodách $d_{ij} = 1$, nebo ve více periodách $d_{ij} = 2, 3, \dots$,
- matice $C = (c_{ij})$ přímých nákladů na přechod kompletů z i -tého spoje na j -tý spoj,
- nepřímé náklady k na použití jedné náležitosti v jedné periodě.

Výsledné ocenění každé permutace $P(i \rightarrow j)$ lze vyjádřit vztahem 7.

$$C(P) = \sum_{i=1}^n (c_{ij_i} + k * d_{ij_i}) \quad (7)$$

Řešením úlohy přiřazovacího problému (např. pomocí „Maďarské metody“) se hledá v matici $(c_{ij} + k * d_{ij})_{i,j=1,2,3,\dots,n}$ n prvků, z nichž žádné dva neleží ve stejném řádku ani ve stejném sloupci tak, aby byl součet těchto prvků minimální.

4. ZÁVĚR

Vhodně sestavit turnusy náležitostí ve veřejné linkové osobní dopravě je důležitým úkolem technologie dopravy. Cílem sestavy je minimalizovat potřebný počet náležitostí a zajistit jejich maximální využití. Přitom musí být dodrženo množství omezujících podmínek (např. legislativních).

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] TUZAR, A. A KOL. *Teorie dopravy*, ČVUT Praha 1997, ISBN 80-01-01637-4.
- [2] JABLOSKÝ, J. *Operační výzkum, Kvantitativní modely pro ekonomické řízení*. Professional Publishing, Praha 2002, ISBN 80-86419-23-1.

Příspěvek vznikl za podpory Institucionálního výzkumu „Teorie dopravních systémů“ (MSM 0021627505) Univerzity Pardubice.

Recenzentka: doc. Ing. Tatiana Molková, PhD.