

Metodika stanovenia počtu označovačov pre železničnú dopravu v rámci IDS

Methodology of ticket machine designing in passenger railways vehicles in integrated transport system

JÁN PONICKÝ, MARTIN KENDRA, VLADISLAV ZITRICKÝ

Abstract

The task of integrated transport system in passenger transport is connection between their other modes. One part of implementation of integrated transport system is set up the ticketing system for validation. This problem can solving by the ticket machines and their location. When ticket machines are located in vehicle, we create conditions for Self - Service System in public transport. The paper is focused on the description of factors, which influences number of ticket markers in railway passenger vehicles. For example these factors is circulation time of vehicles, transport distance, travel speed and etc. One part of paper includes the methodology of calculation the ticket markers for rail passenger vehicles.

Keywords: Integrated transport system, marking machine, the Self-Service system, transport ticket validation

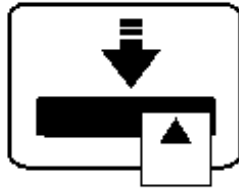
1 Úvod

Integrácia jednotlivých druhov verejnej osobnej dopravy, na území vybranej aglomerácie, výrazným spôsobom zjednodušuje cestovanie dopravnými prostriedkami verejnej osobnej dopravy. Vytvorenie integrovaného dopravného systému (IDS) umožní, aby cestujúci v rámci integrovaného územia mohol cestovať na jeden cestovný doklad všetkými druhmi dopravy.

Akým spôsobom však bude na integrovanom území zabezpečená výprava cestujúcich je otázne, pretože existujú rôzne formy výpravy cestujúcich. Jednou z možností, ako zabezpečiť výpravu cestujúcich, je vybaviť dopravné prostriedky (železničné vozidlá) označovačmi, čím sa vytvoria podmienky pre jednu z foriem tzv. samoobslužného výpravného systému (SVS). Dopravca v tomto prípade nie je nútený zabezpečiť zodpovedného zamestnanca (vlakový personál), ktorý by vykonával validáciu cestovných dokladov, pretože povinnosťou cestujúceho je, po nástupe do vozidla, označiť zakúpený cestovný doklad v najbližšom označovači. Výhodou začlenenia dopravných prostriedkov do SVS je nízke ekonomické zaťaženie dopravcu (personálne náklady).

2 Princíp fungovania samoobslužného výpravného systému

Samoobslužný výpravný systém (SVS) predstavuje jednu z foriem výpravy cestujúcich. Princíp SVS vychádza z umiestnenia označovačov v dopravných prostriedkoch. Najčastejším miestom pre umiestnenie označovačov je priestor pri dverách vo vozidle. Vozidlá, ktoré zabezpečujú prepravu cestujúcich na tratiach integrovaného územia so zavedeným SVS, sú označené piktogramom obr. 1.



Obrázok 1 Piktogram samoobslužného výpravného systému

Cestujúcim je tento systém známy z prostriedkov mestskej hromadnej dopravy. Ak sú vozidlá označená takýmto piktogramom a sú vybavené označovačmi, povinnosťou cestujúceho je ihneď po nástupe do vozidla označiť zakúpený cestovný listok v najbližšom označovači.

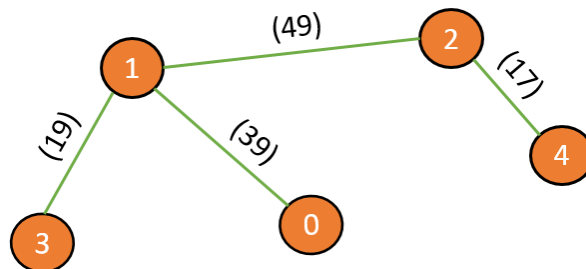
3 Východiská pre stanovenie počtu označovačov

Metodika, ktorá stanovuje výpočet potrebného počtu označovačov vo vozidlách na integrovanom území so zavedeným SVS, vychádza zo zásady modelovania dopravných a prepravných procesov v systéme osobnej dopravy. Tento systém predstavuje dopravný systém, v ktorom sú kladené požiadavky na premiestnenie osôb, t. j. dopravných elementov – cestujúcich. Medzi východiská pre stanovenie potrebného počtu označovačov patrí:

- dopravná sieť integrovaného územia,
- matica vzdialeností.

3. 1. Dopravná sieť integrovaného územia

Dopravná sieť, ktorá tvorí integrované územie (obr. 2), je tvorená konečnou množinou uzlov a úsekov ktoré ich spájajú. Úseky, na dopravnej sieti (vyznačené zelenou farbou), tvoria orientované spojenia dvoch uzlov, po ktorých sa dopravujú komplety (obr. 2). Komplet predstavuje objekt schopný samostatného pohybu v procese dopravy (vlak).



Obrázok 2 Dopravná sieť integrovaného územia

3. 2. Matica vzdialeností

Pre každý úsek dopravnej siete je možné definovať jeho dĺžku (S), priepustnosť (p) a rýchlosť (v). Dĺžku jednotlivých úsekov, dopravnej siete integrovaného územia, je možné pre potreby ďalších výpočtov zapísať zjednodušene do matice vzdialeností integrovanej dopravnej siete Tab. 1.

Tabuľka 1 Matica vzdialeností integrovanej dopravnej siete

<i>i/j</i>	0	1	2	3	4
0	0	39	88	58	105
1	39	0	49	19	66
2	88	49	0	68	17
3	58	19	68	0	85
4	105	66	17	85	0

4 Výpočet potrebného počtu označovačov

Presný počet označovačov, ktorými bude potrebné vybaviť komplety na integrovanom území, závisí od týchto faktorov:

- konštrukčné riešenie dverí na súprave,
- zloženie kompletov (radenie vlaku),
- počet kompletov.

4. 1. Konštrukčné riešenie dverí na súprave

Súprava je dávka (železničné vozne) vytvorená podľa určitých pravidiel tak, že po doplnení presne určenými objektami vytvorí komplet. Konštrukčné riešenie dverí na súprave ovplyvňuje počet označovačov umiestnených pri dverách. Konštrukčné riešenie dverí na súprave sa líši v závislosti na druhu prepravy na ktorej sú súpravy nasadzované.

Konštrukčné riešenie dverí môže byť:

- jednoduchá konštrukcia dverí (obr. 3 - vľavo),
- jeden a pol násobná konštrukcia dverí,
- dvojité konštrukcia dverí (obr. 3 - vpravo).



Obrázok 3 Konštrukčné riešenie dverí

Druh dopravy, na ktorej sú vozidlá nasadzované, je:

- diaľková doprava,
- regionálna doprava,
- prímestská doprava.

Na základe konštrukčného riešenia dverí na súpravách, ktoré sú nasadzované na príslušné výkony, sú stanové koeficienty konštrukčného riešenia dverí (K_D) Tab. 2.

Tabuľka 2 Koefficient konštrukčného riešenia dverí

Konštrukcia dverí	K_D
Jednoduchá	1
Jeden pol násobok	1
Dvojitá	2

4.2 Zloženie kompletov (radenie vlaku)

Dopravca je povinný svojimi kompletmi zabezpečiť, na úseku integrovanej dopravnej siete, v dostatočnej miere dopravný a prepravný výkon, na základe objednávky.

Dopravný výkon (vlakové kilometre) predstavuje objednávaciu jednotku udávanú ako súčin prepravených kompletov a vzdialenosti medzi uzlami dopravnej siete integrovaného územia.

$$D_V = \sum_{i=1}^n q_i * S_i \quad [\text{vl.km}] \quad (1)$$

kde:

D_V *dopravný výkon [vl.km],*
 q_i *počet prepravených kompletov [vlak],*
 S_i *vzdialenosť medzi uzlami dopravnej siete [km].*

Prepravný výkon v tomto prípade je tiež stanovený ako dopravný výkon, ale zohľadňuje kapacitu kompletu. Je teda stanovený ako súčin kapacity (počet miest) kompletov a vzdialenosti medzi uzlami dopravnej siete integrovaného územia.

$$P_V = \sum_{i=1}^n K_i * S_i \quad [\text{miest.km}] \quad (2)$$

kde:

P_V *prepravný výkon [miest.km],*
 K_i *kapacita kompletov [miesta],*
 S_i *vzdialenosť medzi uzlami dopravnej siete [km].*

Pomer prepravného výkonu (miest.km) a dopravného výkonu (vl.km) stanovuje priemernú kapacitu kompletu, t. j. priemerné zloženie kompletov.

$$N_{\text{komplet}}^{\emptyset \text{ kap.}} = \frac{P_V}{D_V} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i * S_i}{\sum_{i=1}^n q_i * S_i} \quad (3)$$

kde:

$N_{\text{komplet}}^{\emptyset \text{ kap.}}$ *priemerná kapacita kompletu..*

4.3. Počet kompletov

Priemerná kapacita kompletov nie je postačujúci ukazovateľ na stanovenie presného počtu označovačov, ktorými je potrebné komplety vybaviť. Ďalším ukazovateľom, ktorý je potrebné stanoviť je počet kompletov, ktorými bude dopravca zabezpečovať obsluhu úsekov dopravnej siete integrovaného územia.

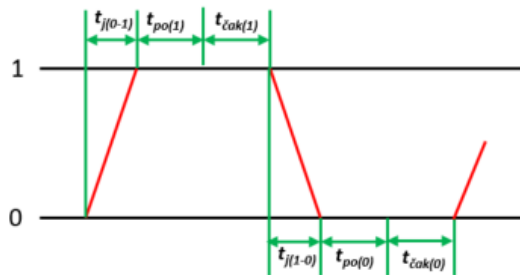
Na začiatku je potrebné stanoviť vlakové hodiny, ktoré určujú čas potrebný na obsluhu daného výkonu. Vlakové hodiny (V_{lh}) sa stanovujú ako pomer dopravného výkonu (vl.km) a rýchlosti obratu kompletu (V_{ok}).

$$V_{lh} = \frac{D_v}{V_{ok}} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i * L_i}{V_{ok}} [vl. h^{-1}] \quad (4)$$

kde:

V_{lh} vlakové hodiny [vl.h⁻¹],
 V_{ok} rýchlosť obratu kompletu [km.h⁻¹].

Rýchlosť obratu kompletu (V_{ok}) je stanovená na základe dĺžky úseku dopravnej siete medzi dvomi uzlami integrovaného územia (S), času jazdy (t_j), doby pobytu kompletu v uzloch (t_{pob}). K týmto faktorom je potrebné pripočítať, v koncových uzloch, čas potrebný na prevádzkové ošetrovanie kompletu (t_{po}) a čas čakania (t_{cak}) na ďalší výkon. Grafické vyjadrenie rýchlosti obratu kompletu je znázornené na obrázku 4.



Obrázok 4 Rýchlosť obratu kompletu

Vzorec pre výpočet rýchlosti obratu kompletu (V_{ok}) je:

$$V_{ok} = \frac{2 * S}{(t_{j(0-1)} + t_{j(1-0)}) + \sum T_{pob}} [km.h^{-1}] \quad (5)$$

$$t_{j(0-1)} = (t_{j(0-1)} + (\tau_r(0) + \tau_z(1)) + t_{po(1)} + t_{cak(1)}) [km. h^{-1}] \quad (6)$$

$$t_{j(1-0)} = (t_{j(1-0)} + (\tau_r(1) + \tau_z(0)) + t_{po(0)} + t_{cak(0)}) [km. h^{-1}] \quad (7)$$

$$\sum T_{pob} = n + t_{pob} [min] \quad (8)$$

kde:

V_{ok} rýchlosť obratu kompletu [km.h⁻¹],
 S vzdialenosť [km],
 t_j čas jazdy [min],
 τ_r, τ_z prirážka na rozbeh a zastavenie [min],
 t_{po} čas prevádzkového ošetrovania [min],
 t_{cak} čas čakania na ďalší výkon [min],
 $\sum T_{pob}$ súčet pobytov [min],
 n počet uzlov na dopravnej sieti,
 t_{pob} čas pobytu v uzloch [min].

Rýchlosť obratu kompletu je možné stanoviť aj pomocou jeho cestovnej rýchlosti (V_{ck}). V tomto prípade sa ale neuvažuje s časom prevádzkového ošetrenie kompletu (t_{po}) a ani s časom čakania (t_{cak}) na ďalší výkon. Preto je potrebné najprv stanoviť koeficient grafikonu vlakovej dopravy (K_{GVD}), ktorý dáva do pomeru čas jazdy, čas prevádzkového ošetrenia kompletu, čas čakania na ďalší výkon s časom jazdy. Po vynásobení, cestovnej rýchlosti kompletu koeficientom, dostávame rýchlosť obratu kompletu (V_{ok}).

$$V_{ck} = \frac{L}{t_j + (\tau_r + \tau_z) + t_{pob}} \quad [km.h^{-1}] \quad (9)$$

$$K_{GVD} = \frac{t_j + t_{po} + t_{cak}}{t_j} \quad [-] \quad (10)$$

$$V_{ok} = V_{ck} * \frac{1}{K_{GVD}} \quad [km.h^{-1}] \quad (11)$$

kde:

V_{ck} cestovná rýchlosť kompletu $[km.h^{-1}]$,
 K_{GVD} koeficient grafikonu vlakovej dopravy $[-]$.

Celkový počet kompletov zabezpečujúcich obsluhu dopravnej siete integrovaného územia sa stanoví na základe pomeru vlakových hodín (V_{lh}) a prevádzkového času (t) na vybranom úseku dopravnej siete. Pod prevádzkovým časom sa rozumie čas od odchodu prvého vlaku až po príchod posledného vlaku medzi uzlami dopravnej siete. Dopravná prevádzka prináša aj nepredpokladané udalosti – mimoriadnosti v prevádzke, ktoré je potrebné riešiť operatívne. V prípade mimoriadností v prevádzke (poruchy vozidiel, opravy vozidiel a pod.) je potrebné uvažovať s 15 % rezervou kompletov.

$$N_s = \frac{V_{lh}}{t} * R \quad [celkový počet kompletov] \quad (12)$$

kde:

t prevádzkový čas $[min]$,
 R rezerva $[%]$.

Celkový počet označovačov, ktorými je potrebné vybaviť komplety závisí od zloženia kompletov, počtu kompletov (radenie vlaku), konštrukcie riešení dverí na súprave.

$$N_{\emptyset \text{ súprav}} = \frac{N_{\emptyset \text{ kapacita komplet}}}{N_{\emptyset \text{ kapacita vozeň}} \quad [priemerný počet kompletov] \quad (13)$$

kde:

$N_{\emptyset \text{ súprav}}$ priemerný počet súprav,
 $N_{\emptyset \text{ kapacita komplet}}$ priemerná kapacita miest na komplet,
 $N_{\emptyset \text{ kapacita vozeň}}$ priemerná kapacita miest vo vozni.

$$N_{ozn} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n K_i * S_i}{\frac{\sum_{i=1}^n q_i * S_i}{N_{\text{komplet}}^{\emptyset \text{ kap.}}}} * N_d * K_D \right) * \left(\frac{\frac{\sum_{i=1}^n q_i * S_i}{1}}{V_{ck} * \frac{1}{K_{GVD}}} * R \right) \quad (14)$$

kde:

N_{ozn} celkový počet označovačov [ks],
 N_D počet dverí na komplete [ks],
 K_D koeficient konštrukčného riešenia dverí na súprave:
jednoduché dvere $K_D = 1$,
jeden a pol násobné dvere $K_D = 1$,
dvojité dvere $K_D = 2$.

5 Záver

Stanovenie potrebného počtu označovačov je závislé od zloženia kompletov, počtu kompletov a konštrukčného riešenia dverí. Výsledný vzorec pre výpočet potrebného počtu označovačov zohľadňuje vlakové hodiny, počet dverí na kompletoch, koeficient dverí, prevádzkový čas a rezervu.

VEGA

Príspevok je spracovaný v rámci riešenia grantovej úlohy VEGA 1/0188/13 „Prvky kvality integrovaného dopravného systému pri efektívnom poskytovaní verejnej služby v doprave v kontexte globalizácie“, ktorý je riešený na Fakulte prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov Žilinskej univerzity v Žiline.

Informácia o autoroch

Ing. Ján Ponický – denný doktorand v dennej forme štúdia, venuje sa problematike verejnej osobnej dopravy. Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra železničnej dopravy, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina.
jan.ponicky@fpedas.uniza.sk

doc. Ing. Martin Kendra, PhD. – docent na katedre železničnej dopravy, venuje sa problematike verejnej osobnej dopravy. Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra železničnej dopravy, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina.
martin.kendra@fpedas.uniza.sk

Ing. Vladislav Zitrický, PhD. – vysokoškolský pedagóg, venuje sa problematike technológie dopravy. Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra železničnej dopravy, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina.
vladislav.zitricky@fpedas.uniza.sk