

# HODNOCENÍ TECHNOLOGICKÉHO PROCESU VEŘEJNÉ LINKOVÉ DOPRAVY

## THE EVALUATION OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF REGIONAL PUBLIC TRANSPORT

Jaroslav Kleprlík<sup>1</sup>

---

*Anotace: V příspěvku je uveden soubor a struktura technologických ukazatelů, které je vhodné použít pro hodnocení technologického procesu veřejné linkové dopravy. Jsou zde prezentovány vzorce pro výpočet a také uvedeny zdroje dat potřebných pro vlastní výpočet.*

*Klíčová slova: osobní doprava, technologický proces, ukazatele, zdroje dat*

*Summary: The article deals with a set of technological indicators and their structure. Indicators are suitable for evaluation of regional public transport's technological process. Formulas and sources necessary for calculation take place, as well.*

*Key words: passenger transport, technological process, indices, funds data.*

### 1. ÚVOD

Technologické procesy veřejné linkové dopravy obecně a následně jejich analýza z pohledu cestujícího je uvedena v [1], technologické procesy veřejné linkové dopravy z pohledu dopravce jsou uvedeny v [2]. Tento příspěvek se zabývá problematikou hodnocení procesu pomocí technologických ukazatelů.

Pro hodnocení činnosti osobní dopravy je vhodné použít soustavu technologických ukazatelů. Ta je důležitým zdrojem informací o činnosti jednotlivých dopravců a v případě existence integrovaného dopravního systému (IDS) i celého systému veřejné hromadné dopravy na daném území.

### 2. ZDROJE DAT PRO VÝPOČET TECHNOLOGICKÝCH UKAZATELŮ

Jako zdroj dat pro stanovení technologických ukazatelů ve veřejné linkové dopravě lze využít:

- kniha jízd,
- záznam o provozu vozidla (případně zjednodušený záznam o provozu vozidla), vedený podle [3], [4],

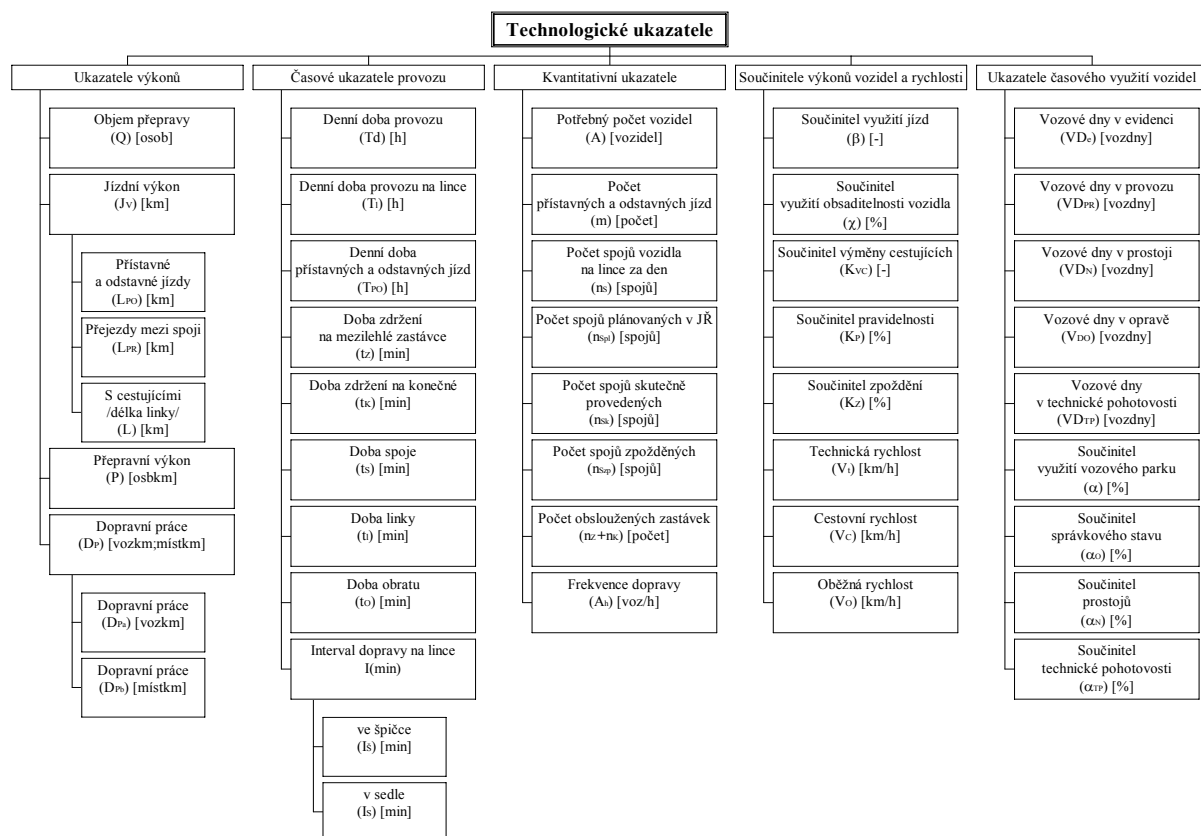
---

<sup>1</sup> 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](mailto:Jaroslav.Kleprlik@upce.cz)

- údaje z elektronických pokladen pro tisk a výdej jízdenek (např. z pokladen od firem EM-test, spol. s.r.o. [5], Mikroelektronika, spol. s.r.o. [6]),
- z odbavovacích systémů a z automatů na výdej jízdenek (např. firmy EM-test, spol. s.r.o. [5]),
- výstupy z palubních počítačů vozidel,
- přepravní průzkumy prováděné ve vozidlech, na zastávkách, ve firmách (příklady a způsoby průzkumu uvádí [7]),
- další zdroje.

### 3. TECHNOLOGICKÉ UKAZATELE

Pro hodnocení organizace veřejné linkové dopravy doporučuji použít celý soubor technologických ukazatelů (případně vybrané z nich), jejich přehled a členění uvádí schéma ve formě organizačního diagramu na obrázku 1.



Obr. 1 - Technologické ukazatele ve veřejné linkové dopravě

#### 3.1. Vztahy pro vybrané výkonové ukazatele a jejich význam

V rámci statistiky patří k často sledovaným ukazatelům objem přepravy a přepravní výkon. Ty jsou uváděny ve výroční zprávě dopravce a souhrnně ve Statistické ročence dopravy. Jejich výpočet umožní stanovit, jak je daný spoj, soubor spojů na lince využit a zda je tedy vhodně stanovena trasa linky a časová poloha spoje.

Objem přepravy, který vyjadřuje počet přepravených osob za stanovenou časovou jednotku se počítá dle vztahu 1.

$$Q = \sum_{i=1}^d K_i * \gamma_i * n_{S_i} \quad [\text{osob/den}] \quad (1)$$

$Q$  .....objem přepravy na lince [osob/den],

$K_i$  .....obsaditelnost  $i$ -tého druhu vozidla hromadné dopravy na lince [osob],

$\gamma_i$  ..... součinitel využití obsaditelnosti  $i$ -tého druhu vozidla na lince [-],

$n_{S_i}$  .....počet spojů  $i$ -tého druhu vozidla na lince [počet],

$d$  .....počet vozidel  $i$ -tého druhu na lince [počet].

Přepavní výkon lze vypočítat dle vztahu 2:

$$P = Q * J_V \quad [\text{osobkm/den}] \quad (2)$$

$P$  ..... přepravní výkon [osobkm/den],

$Q$  ..... objem přepravy (počet přepravených osob) [osob/den],

$J_V$  ..... jízdní výkon [km].

Jízdní výkon, který vyjadřuje počet ujetých kilometrů za stanovenou časovou jednotku lze vypočítat dle vztahu 3. Zde je snahou minimalizovat počet a vzdálenost přístavných a odstavných jízd, případně přejezdů mezi spoji.

$$J_V = \sum_{i=1}^m L_{PO_i} + n_s * L \quad [\text{km/den}] \quad (3)$$

$J_V$  ..... jízdní výkon [km/den],

$L_{PO_i}$  ..... vzdálenost přístavných a odstavných jízd (případně přejezdů mezi spoji [km],

$i=1, \dots, m$  .. počet přístavných a odstavných jízd [jízdy],

$n_s$  ..... počet spojů vozidla na lince za den [počet],

$L$  ..... délka linky [km].

### 3.2. Vztahy pro vybrané časové ukazatele a jejich význam

Tyto ukazatele jsou důležité pro konstrukci jízdních řádů. Patří sem např. denní doba provozu na lince, která se počítá dle vztahu 4. Zde je cílem minimalizovat dobu přístavných a odstavných jízd (stejně jako jejich délku viz. vzat 3). Jedním z opatření je např. odstavení vozidla po posledním spoji v daný den na vhodném místě a následně přistavení z tohoto místa v následující den na první ranní spoj.

$$T_l = T_d - T_{PO} = T_d - \frac{\sum_{i=1}^m L_{PO_i}}{V_l} \quad [\text{h}] \quad (4)$$

$T_l$  ..... denní doba provozu na lince [h],

$T_d$  ..... denní doba provozu [h],

$T_{PO}$  .....denní doba přístavných a odstavných jízd [h],

$L_{PO_i}$  .....vzdálenost přístavných a odstavných jízd [km],

$i=1, \dots, m$  ..počet přistavných a odstavných jízd [jízdy],  
 $V_t$  .....technická rychlost [km.h<sup>-1</sup>].

Z pohledu cestujících a kvality dopravy je hodnocena cestovní rychlost, kterou lze vyjádřit vztahem 5. Úkolem je ji maximalizovat při dodržení bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích a bezpečnosti cestujících na zastávkách.

$$V_c = \frac{L}{t_j + n_z * t_z} * 60 \quad [\text{km.h}^{-1}] \quad (5)$$

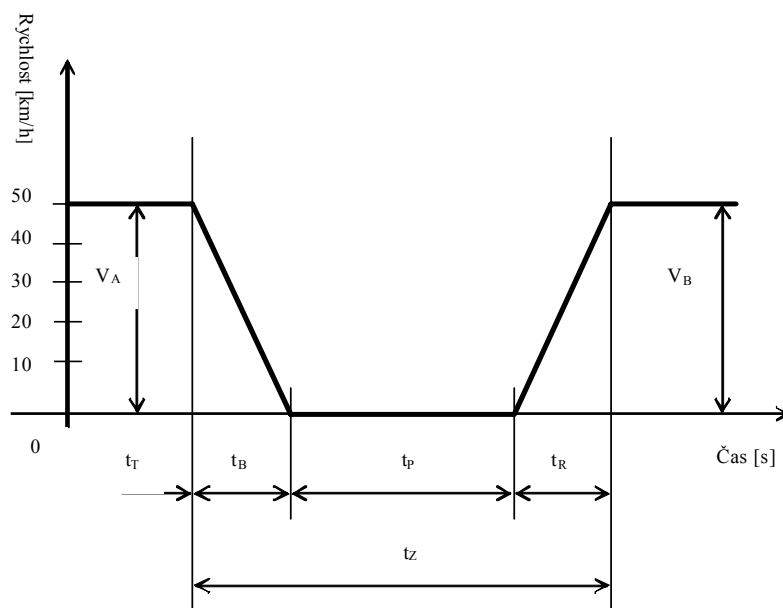
$V_c$  .....cestovní rychlost [km.h<sup>-1</sup>],  
 $L$  .....délka linky [km],  
 $t_j$  .....doba jízdy na lince bez pobytu na zastávkách [min],  
 $n_z$  .....počet mezilehlých zastávek [počet],  
 $t_z$  .....průměrná doba zdržení spoje na jedné mezilehlé zastávce [min].

Doba zdržení na jedné mezilehlé zastávce lze vypočítat dle vztahu 6. Tuto dobu je možné zkrátit vhodným stavebním uspořádáním zastávky a provozním nasazením nízkopodlažních vozidel.

$$t_z = t_B + t_P + t_R \quad [\text{min}] \quad (6)$$

$t_z$  .....doba zdržení spoje na jedné mezilehlé zastávce [min],  
 $t_B$  .....doba brzdění potřebná na zastavení vozidla z rychlosti  $V_A$  před zastávkou A (z  $V_A > 0$  na  $V_A = 0$ ) [min],  
 $t_P$  .....doba pobytu na zastávce (zahrnuje otevření dveří, nástup a výstup cestujících, čekání do času pravidelného odjezdu, signalizaci, zavření dveří) [min],  
 $t_R$  .....doba rozjezdu na rychlost jízdy vozidla k zastávce B (na  $V_B > 0$ ) [min].

Průměrná doba zdržení na mezilehlé zastávce je graficky znázorněna na obrázku 2.



Obr. 2 - Průměrná doba zdržení na mezilehlé zastávce

Dobu zdržení na jedné mezilehlé zastávce lze rovněž určit při použití rychlostí pomocí vztahu 7.

$$t_z = \frac{V_A}{3,6 * b} + t_P + \frac{V_B}{3,6 * a} \quad [s] \quad (7)$$

$t_z$  .....doba zdržení na jedné mezilehlé zastávce [s],  
 $V_A$  .....rychlost jízdy vozidla v okamžiku začátku brzdění před zastávkou A [km.h<sup>-1</sup>],  
 $b$  ..... brzdné zpomalení [m.s<sup>-2</sup>],  
 $t_P$  ..... doba pobytu na zastávce [s],  
 $V_B$  .....rychlost jízdy vozidla k následující zastávce B [km.h<sup>-1</sup>].  
 $a$  ..... zrychlení [m.s<sup>-2</sup>].

Dobu pobytu na zastávce je možné vypočítat pomocí vztahu 8.

$$t_P = t_1 + t_2 = t_1 + n_{NV} * t_{CE}^1 \quad [s] \quad (8)$$

$t_P$  .....doba pobytu na zastávce [s],  
 $t_1$ .....doba pobytu na zastávce nezávislá na počtu nastupujících a vystupujících cestujících [s],  
 $t_2$ .....doba pobytu na zastávce závislá na počtu nastupujících a vystupujících cestujících [s],  
 $n_{NV}$  ..... počet nastupujících a vystupujících cestujících [cestujících],  
 $t_{CE}^1$  .....doba nástupu a výstupu jednoho cestujícího [s].

Dobu zdržení na jedné mezilehlé zastávce je možné s využitím vztahů 7 a 8 vyjádřit jako vztah 9.

$$t_z = \frac{V_A}{3,6 * b} + t_1 + n_{NV} * t_{CE}^1 + \frac{V_B}{3,6 * a} \quad [s] \quad (9)$$

Doba spoje je časový úsek od odjezdu spoje z výchozí zastávky do příjezdu na konečnou zastávku. Počítá se dle vztahu 10. Pro její stanovení se využívají v městské hromadné dopravě tzv.,,chronometráže linek“.

$$t_S = t_j + n_z * t_z \quad [min] \quad (10)$$

$t_S$  ..... doba spoje [min],  
 $t_j$  ..... doba jízdy na lince bez pobytu na zastávkách [min],  
 $n_z$  ..... počet mezilehlých zastávek [zastávek],  
 $t_z$  ..... průměrná doba zdržení na jedné mezilehlé zastávce [min].

Doba linky je doba spoje (viz. vztah 10), ke které se připočítá doba pobytu na konečné zastávce před realizací tohoto spoje nebo před realizací následujícího spoje. Je možné ji vypočítat dle vztahu 11.

$$t_l = t_j + n_z * t_z + t_k \quad [\text{min}] \quad (11)$$

$t_l$  .....doba linky [min],

$t_k$  ..... průměrné zdržení na konečné zastávce [min].

Pro stanovení potřebného počtu vozidel, která je třeba nasadit na danou linku pro zajištění stanovených jízdních řádů a obslužení všech spojů je důležitá doba obratu, která se vypočítá podle vztahu 12. V případě, že nedochází ke střídání řidičů tzv. „letmo“, je třeba v případě dopravní obslužnosti do doby pobytu na konečné zastávce zahrnout dobu bezpečnostních přestávek řidičů.

$$t_0 = t_l^S + t_l^L \quad [\text{min}] \quad (12)$$

$t_l^S$  .....doba linky v sudém směru [min],

$t_l^L$  .....doba linky v lichém směru [min].

Mezi další významné časové technologické ukazatele provozu patří interval dopravy na lince. Tento interval lze vypočítat dle vztahu 13. Výsledek se musí zaokrouhlit na celé minuty (jízdní řád je v minutách) nahoru, aby byla eliminována případná zpoždění (např. zdržení na křižovatce, pomalejší nástup a výstup cestujících).

$$I = \frac{t_0}{A} \quad [\text{min}] \quad (13)$$

$I$  ..... interval dopravy na lince [min],

$t_0$  ..... doba obratu [min],

$A$  ..... počet vozidel na lince [vozidel].

Interval dopravy na lince má být volen tak, aby odpovídal maximální hodnotě intenzity přepravního proudu cestujících na lince v daném časovém období jak vyplývá ze vztahu 14.

$$I \leq \frac{K * \gamma}{q_{\max}} * 60 \quad [\text{min}] \quad (14)$$

$K$  ..... obsaditelnost vozidla [osob],

$\gamma$  ..... součinitel využití obsaditelnosti volený v intervalu  $\langle 0,8, 1 \rangle$  [-],

$q_{\max}$  ..... maximální hodinová intenzita přepravního proudu cestujících na lince [osob.h<sup>-1</sup>].

V případě veřejné linkové dopravy (zvláště pak v MHD) je z hlediska zapamatovatelnosti jízdních řádů žádoucí používání jednotných nebo polojednotných intervalů. Jednotným intervalem se rozumí hodnota intervalu společná pro všechny linky na dané dopravní síti, respektive na její přesně vymezené části. U polojednotného intervalu velikosti intervalů na linkách splňují to, že jsou celočíselným podílem 60-ti, respektive 120-ti minut. Problematický je však přechod velikostí intervalu

mezi dopravními špičkami a sedly, u polojednotných intervalů rovněž časové návaznosti v přestupních uzlech.

### 3.3. Vztahy pro vybrané kvantitativní ukazatele a jejich význam

Kvantitativní ukazatele umožňují stanovit potřebné počty vozidel, spojů a přístavných a odstavných jízd pro zabezpečení plánovaného rozsahu dopravní obsluhy.

Potřebný počet vozidel lze vypočítat dle vztahu 15, kde se musí vycházet z obsaditelnosti dopravního prostředku a z objemu přepravy, která má být zajištěna.

$$A = \frac{Q_c}{Q_d} \quad [\text{vozidel}] \quad (15)$$

$A$  .....počet vozidel [vozidel],

$Q_c$  .....předpokládaná celková přepravní potřeba [osob],

$Q_d$  .....denní objem přepravy jedním vozidlem [osob].

Druhým významným kvantitativním ukazatelem je počet spojů vozidla na lince za den, který se počítá dle vztahu 16. Výsledek se musí zaokrouhlit směrem dolů, aby každý spoj byl realizován v rámci stanovené denní doby provozu na lince vždy z výchozí do cílové zastávky.

$$n_s = \frac{T_l}{t_l} \quad [\text{spojů}] \quad (16)$$

$n_s$  ..... počet spojů vozidla na lince za den [spojů],

$T_l$  .....denní doba provozu na lince [h],

$t_l$  .....doba linky [h].

### 3.4. Vztahy pro vybrané součinitele výkonů a jejich význam

Součinitele výkonů hodnotí kvalitu linkové dopravy. Určitým způsobem je sledují je jak cestující, tak objednavatelé dopravních výkonů i dopravci.

Součinitel využití obsaditelnosti vozidla uvedený ve vztahu 17 vyjadřuje využití vozidla. Výsledkem jeho sledování by mělo být vhodné provozní nasazení vozidla v rámci heterogenního vozového parku. To znamená přiřadit vozidlo (minibus, autobus, kloubový autobus) na spoj s ohledem na objem přepravy.

$$\gamma = \frac{Q}{K * n_s * K_{VC}} * 100 \quad [\%] \quad (17)$$

$\gamma$  .....součinitel využití obsaditelnosti vozidla [%],

$Q$  .....objem přepravy [osob],

$K$  .....obsaditelnost vozidla hromadné dopravy [osob],

$n_s$  .....počet spojů na lince celkem [spojů],

$K_{VC}$  .....součinitel výměny cestujících [-].

Součinitel pravidelnosti uvedený ve vztahu 18 umožní zjistit kolik spojů plánovaných v jízdním řádu bylo skutečně realizováno. Úkolem je zajistit 100 %.

$$K_p = \frac{n_{Sk}}{n_{Spl}} * 100 \quad [\%] \quad (18)$$

$K_p$  ..... součinitel pravidelnosti [%],  
 $n_{Sk}$  .....skutečný počet provedených spojů [spojů],  
 $n_{Spl}$  .....plánovaný počet spojů v jízdním řádu [spojů].

Součinitel zpoždění jak je uveden ve vztahu 19 je jedním z ukazatelů hodnocení kvality. Snahou dopravce by mělo být maximální dodržování jízdního řádu. Součinitel zpoždění lze podrobně rozdělit na další dílčí součinitele dle pásem zpoždění (např. zpoždění do 5 min, od 5 do 10, nad 10 min.).

$$K_z = \frac{n_{Szp}}{n_{Spl}} * 100 \quad [\%] \quad (19)$$

$K_z$  ..... součinitel zpoždění [%],  
 $n_{Szp}$  .....počet zpožděných spojů [spojů],  
 $n_{Spl}$  .....plánovaný počet spojů v jízdním řádu [spojů].

#### 4. ZÁVĚR

Technologický proces veřejné linkové dopravy je důležité nejen sledovat, ale také hodnotit pomocí soustavy, případně vybraných, technologických ukazatelů. Tyto ukazatele určitým způsobem podvědomě hodnotí cestující. Ještě více by je však měl sledovat objednavatel dopravy, kterým jsou v případě základní dopravní obslužnosti kraje, v případě ostatní dopravní obslužnosti a v městské hromadné dopravě obecní úřady či magistráty měst. Dále by je měli vyhodnocovat organizátoři IDS a samozřejmě má být, aby je sledovali a vyhodnocovali dopravci. To umožní zvýšit kvalitu veřejné linkové dopravy a dopravní obslužnosti.

#### POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Kleprlík, J. Technologické procesy ve veřejné osobní dopravě, Perner's Contacts, s. 24-29, 3/2006, ISSN 1801-674X
- [2] Kleprlík, J. Technologický proces veřejné linkové dopravy z pohledu dopravce, Perner's Contacts, s. 55-58, 9/2007, ISSN 1801-674X
- [3] Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě ve znění pozdějších předpisů
- [4] Vyhláška č. 478/2000 Sb., kterou se provádí zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě ve znění pozdějších předpisů
- [5] Internetové stránky firmy EMTEST ČR spol. s r.o. dostupné z [www.emtest.cz](http://www.emtest.cz)
- [6] Internetové stránky firmy Mikroelektronika spol. s r. o. dostupné z [www.mikroelektronika.com](http://www.mikroelektronika.com)
- [7] Drdla, P. Technologie a řízení dopravy – městská hromadná doprava, Univerzita Pardubice, 2005, ISBN 80-7194-804-7.
- [8] Kendra, M., Barta, D. Logistické vzťahy v osobnej doprave, Manažment v železničnej doprave 2006 [elektronický zdroj]: medzinárodná vedecká konferencia, Žilina 12. september 2006. - Žilina: Žilinská univerzita, 2006, s. 53-59, ISBN 80-8070-613-1.



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

Recenzent: prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.  
Univerzita Pardubice, DFJP, Katedra technologie a řízení dopravy