

# POSUZOVÁNÍ KVALITY SYSTÉMU MHD A JEJÍ KVANTIFIKACE

## A QUALITY REVIEW IN URBAN PUBLIC TRANSPORT SYSTEM AND ITS QUANTIFICATION

Pavel Drdla<sup>1</sup>

---

*Anotace: Příspěvek se zabývá problematikou kvality systému MHD, především její charakteristikou, oblastí posuzování kvality, kvantifikací kvality, kvalifikovatelným hodnocením kvality a prvky posuzování kvality podle jednotlivých modulů – dopravní cesta, dopravní prostředek, informační toky a řízení systému MHD.*

*Klíčová slova: kvalita, hodnocení kvality, městská hromadná doprava*

*Summary: The paper deals with an issues of urban public transport system quality, especially with its characteristic, area of quality review, quality quantification, advice qualify review and the elements of quality in particular modules - transport infrastructure, means of transportation, information and control of urban public transport system.*

*Key words: quality, quality evaluation, urban public transport*

### 1. ÚVOD

Názory na „výhodnost“ či „nevýhodnost“ určitého dopravního prostředku a dopravního systému se mění. Nejde však o subjektivní názory posuzovatele, ale objektivní vývoj názorů, které jsou ve zpětné vazbě korigovány. V komplexním hodnocení dopravního systému je nutno aplikovat systémový přístup, protože jde o multifaktorový jev se složitými vazbami. Rozhodování o způsobu hodnocení závisí na účelu, kterému má sloužit.

Účelem může být hmotná zainteresovanost řidičů, řídicích pracovníků, porovnávání různých variant systémů, rozhodování o optimální variantě návrhu dopravního systému apod. Tomu se také podřídí rozsah hodnocení a počet kritérií. V podstatě jde o komplexní hodnocení efektů kvalitativních změn v systému městské hromadné dopravy (MHD) a alternativ řešení z hlediska cestujících a z hlediska sociální a ekonomické efektivity podnikání.

Z důvodů velkého počtu proměnných veličin, ovlivňujících kvalitu i ekonomiku MHD [1] není možné jednoznačně požadovat maximální splnění všech ukazatelů. Mezi ukazateli jsou poměrně složité vazby. V řadě případů splnění jednoho ukazatele má za následek zhoršení jiného ukazatele. Posuzování kvality systému MHD a její kvantifikace proto není jednoduchá činnost.

---

<sup>1</sup> doc. Ing. Pavel Drdla, Ph.D., Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra technologie a řízení dopravy, Studentská 95, CZ-53210 Pardubice, tel.: +420 466036204, fax: +420 466306094, e-mail: pavel.drdla@upce.cz

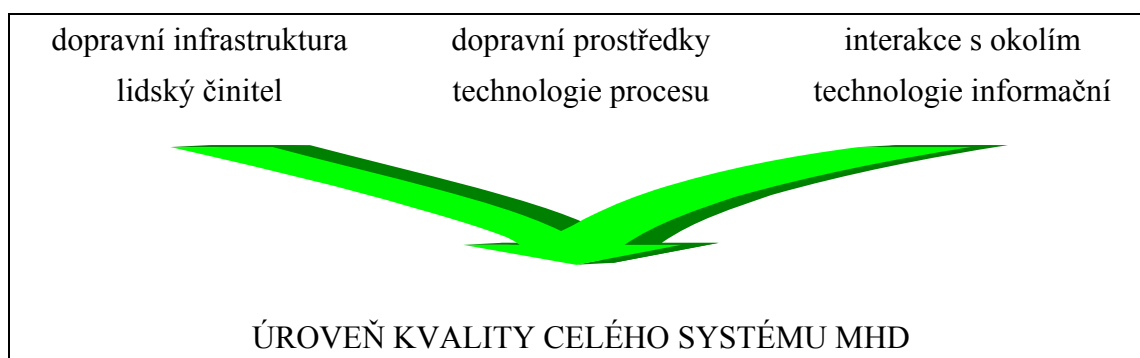
## 2. CHARAKTERISTICKÉ RYSY SYSTÉMU MHD Z POHLEDU KVALITY

Systém městské hromadné dopravy charakterizují především následující atributy [2]:

- hromadnost – MHD slouží k uspokojování přepravních potřeb širokých vrstev obyvatel města nebo i příměstské oblasti (nikoliv jednotlivců),
- provoz dle pevně stanoveného časového a prostorového plánu – jsou dány jízdní řády, trasy linek, zastávky apod.,
- provoz v předem stanoveném časovém období – odpovídá platnosti jízdního řádu (např. 1 rok, období letních prázdnin apod.),
- veřejná dostupnost jízdních řádů linek, tarifních a přepravních podmínek,
- systematičnost v oblasti tarifních a přepravních podmínek.

Úroveň kvality celého systému se odvíjí od parametrů:

- dopravní infrastruktury – hustota a kvalita dopravních cest, přípustná rychlost, směrová omezení a vybavenost terminálů,
- dopravních prostředků – skladba vozového parku (druh, stáří a technický stav / opotřebení vozidel), kapacita, vybavení dopravního prostředku (informační tabule pro cestující, komunikační software pro spojení řidiče a dispečera apod.),
- technologie dopravního / přepravního procesu – typy provozovaných linek (radiální, okružní, diametrální, tangenciální atd.), návaznosti na ostatní druhy dopravy, způsob odbavování cestujících (předprodej, prodejní automaty na zastávkách, ve vozidlech apod.),
- technologie informační – dostupnost informací pro cestující, potřebné informace pro řidiče, pro dispečerský aparát příp. pro další vedoucí pracovníky,
- interakce dopravního systému s okolím – charakter obsluhovaného území, celkový rozsah dopravy, ekologická zátěž [3], vliv dopravy na rozvoj území.



Zdroj: Autor

Obr. 1 - Segmenty úrovně kvality systému MHD

Mezi další důležité prvky, které ovlivňují úroveň kvality MHD, lze zařadit lidského činitele, objem disponibilních finančních prostředků a vztah systému MHD k okolí.

Mezi ukazatele kvality, jejichž hodnoty závisí na dopravní infrastruktuře a dopravní cestě, lze zařadit především:

- spolehlivost – souhrnný ukazatel kvality, který vyjadřuje připravenost systému (příp. jeho prvku) uspokojit potřeby jeho uživatelů (cestujících). Např. parametr

„spolehlivost dodržování jízdního řádu“ pro vyjádření podílu nezpožděných spojů na rozsahu dopravy udává procentuální poměr počtu spojů se zpožděním menším než maximální tolerovaná odchylka k celkovému počtu spojů, vše za sledované časové období:

$$s_p = \frac{J_{\tilde{c}}}{J_p} \quad [-]$$

kde:

$J_{\tilde{c}}$  - počet uskutečněných jízd bez zpoždění (příp. menším než maximální tolerovaná odchylka) za určité časové období [jízdy  $\cdot$  T<sup>-1</sup>]

$J_p$  - počet plánovaných jízd za určité časové období dle jízdního řádu [jízdy  $\cdot$  T<sup>-1</sup>]

- bezpečnost – lze definovat jako stav, v němž je riziko poškození zdraví (usmrcení) osob nebo riziko vzniku materiální škody omezeno na přijatelnou úroveň; míru bezpečnosti nabídky dopravně přepravních služeb lze vyjádřit koeficientem nehodovosti:

$$k_n^{MHD} = \frac{N_z}{O} \quad [\text{zraněné osoby} \cdot \text{osoby}^{-1}], \quad \text{resp.} \quad k_n^{MHD} = \frac{N_z}{V_0} \quad [\text{zraněné osoby} \cdot \text{km}^{-1}],$$

kde:

$N_z$  - počet osob zraněných (usmrcených) [zraněné osoby / čas],

$O$  - celkový přepravní objem za dané časové období [osoby / čas],

$V_0$  - průměrný kilometrický proběh za dané časové období, tj. přepravní výkon [km / čas],

- rychlost – má zásadní vliv na kvalitu, resp. hodnocení atraktivity systému MHD ze strany cestujících. Důležitá pro cestující je zejména rychlost cestovní, kterou lze definovat jako průměrnou rychlost dopravního prostředku na dané lince, a to při započítání časů pobytu na zastávkách. Následující vztah udává cestovní rychlost  $V_{cn}^{MHD}$  na lince s  $n$  zastávkami (včetně konečné stanice):  $L_{i-1,i}$  udává mezizastávkovou vzdálenost [m],  $t_{i-1,i}$  dobu jízdy mezi zastávkami [s] a  $t_i$  dobu pobytu na  $i$ -té zastávce. Pro objektivnost by pro poslední zastávku mělo platit  $t_n^m = 0,5 t_n^{skut}$ , tj. doba pobytu na poslední ( $n$ -té) zastávce je poloviční vzhledem k průměrné době pobytu na mezilehlých zastávkách:

$$V_{cn}^{MHD} = \frac{3,6 \sum_{i=2}^n L_{i-1,i}}{\sum_{i=2}^n (t_{i-1,i} + t_i)} \quad [\text{km} \cdot \text{h}^{-1}],$$

- ekologické a hygienické parametry - hodnoty emisí výfukových plynů, hluku či pevných částic. Nelze je považovat za rozhodující pro kvalitu a tedy i přitažlivost systému MHD, ale spíše jako prvek dotvářející celkové povědomí zákazníků - cestujících veřejnosti. Přesto jde o důležité parametry, jejichž hodnoty mají vliv na kvalitu života obyvatel v obsluhovaném území.

Následující tabulka 1 (závěry autora) udává míru vlivu nejen dopravní infrastruktury a dopravních prostředků, ale také vliv lidského činitele, technologie dopravy a technologií informačních na jednotlivé ukazatele kvality systému MHD.

Tab. 1: Ovlivňování kvality jednotlivých parametrů systému MHD

|                      | Dopravní cesta | Dopravní prostředek | Lidský činitel | Technologie dopravy | Technologie informační |
|----------------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|------------------------|
| Spolehlivost         | X              | XX                  | XX             | O                   | X                      |
| Bezpečnost           | X              | XX                  | XX             | X                   | O                      |
| Rychlost             | XX             | XX                  | X              | X                   | O                      |
| Ekologické parametry | O              | XX                  | O              | O                   | O                      |

Legenda: O – (téměř) žádný vliv, X – malý vliv, XX – zásadní vliv

Zdroj: Autor

### 3. DALŠÍ KVANTIFIKOVATELNÉ VLASTNOSTI

Mezi další koeficienty, pomocí kterých se kvantifikují vlastnosti ovlivňující kvalitu nejen v MHD, patří [4]:

- koeficient škod v osobní přepravě

$$k_s = \frac{\check{S}}{O} \text{ [Kč} \cdot \text{os}^{-1}] \quad \text{nebo} \quad k_s = \frac{\check{S}}{V_o} \text{ [Kč} \cdot \text{oskm}^{-1}]$$

kde:  $\check{S}$  - výše škod uvedená v peněžních jednotkách za určité časové období [Kč · T<sup>-1</sup>]

- stupeň dopravní spolehlivosti

$$s_{ds} = \frac{J_u}{J_p} \text{ [-]}$$

kde:  $J_u$  - počet uskutečněných jízd za určité časové období [jízdy · T<sup>-1</sup>]

- koeficient dopravní náročnosti z hlediska přepravní vzdálenosti

$$k_{dc} = \frac{L_{sk}}{L_{př}} \text{ [-]}$$

kde:  $L_{sk}$  - přepravní vzdálenost mezi výchozím a cílovým místem [km]

$L_{př}$  - přímá vzdálenost (nejkratší vzdálenost vzdušnou čarou) [km]

- hustota dopravní sítě vztahovaná k území nebo počtu obyvatel

$$HS_u = \frac{L_s}{R} \text{ [km} \cdot \text{km}^{-2}] \quad \text{nebo} \quad HS_o = \frac{L_s}{Ob} \text{ [km} \cdot \text{ob}^{-1}]$$

kde:  $L_s$  - délka dopravní sítě na určeném území [km]

$R$  - rozloha určeného území [km<sup>2</sup>]

$Ob$  - počet obyvatel na určitém území [ob]

- dostupnost (přístupová hustota)

$$D_r = \frac{n_z}{R} [\text{VB} \cdot \text{km}^{-2}] \quad \text{nebo} \quad D_o = \frac{n_z}{Ob} [\text{VB} \cdot \text{ob}^{-1}]$$

kde:  $n_z$  - počet výpravních bodů (VB) na určitém území [VB]

- četnost reklamací v osobní přepravě

$$k_r = \frac{n_r}{O} [\text{reklamace} \cdot \text{os}^{-1}] \quad \text{nebo} \quad k_r = \frac{n_r}{V_o} [\text{reklamace} \cdot \text{oskm}^{-1}]$$

kde:  $n_r$  - počet reklamací za určitou časovou jednotku [reklamace  $\cdot$  T<sup>-1</sup>]

#### 4. KVALIFIKOVATELNÉ HODNOCENÍ KVALITY

Každý jednotlivý ukazatel, který slouží pro hodnocení dopravního oboru, služby nebo vlastnosti, musí mít hodnotu odpovídající celkové úrovni kvality zboží nebo služby (např. vysokou, střední nebo nízkou). Při hodnocení je problémem objektivního posuzování jednotlivých vlastností (vystupuje zde ve větší i menší míře subjektivní faktor).

Například pro hodnocení komfortu jízdy dopravního prostředku (nejen pro MHD) se využívá Sperlingova stupnice, jak ukazuje následující tabulka 2.

Tab.2: Hodnocení jednotlivých vlastností veřejné dopravy Sperlingovou stupnicí

| Hodnocení  | 5,0   | 4,0  | 3,0  | 2,0  |
|--|-------|------|------|------|
| Vlastnost  |       |      |      |      |
| Doba jízdy do únavy [min]                        | 0     | 52   | 240  | 1380 |
| Plocha na jednoho cestujícího [m <sup>2</sup> ]  | < 0,2 | 0,28 | 0,47 | 1,4  |
| Hluk [dB]  | > 90  | 80   | 70   | 60   |
| Výměna vzduchu [m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ] | 0     | 10   | 20   | 30   |
| Zrychlení příčné [m·s <sup>-2</sup> ]            | > 4,0 | 1,9  | 0,72 | 0,19 |
| Zrychlení podélné [m·s <sup>-2</sup> ]           | > 2,8 | 1,35 | 0,51 | 0,14 |

Zdroj: [5]

Pro dálkovou dopravu by vozidla měla mít vlastnosti alespoň stupně 2 (velmi dobrý), pro příměstskou dopravu vyhovuje stupeň 3 (dobrý), pro dopravu na velmi krátké vzdálenosti (městská doprava v centru sídelních jednotek) výjimečně i stupeň 4 (způsobilý). Vozidla s vlastnostmi stupně 5 (nebezpečný) by neměla být do provozu s cestujícími vůbec nasazována, určité vlastnosti (např. plocha na 1 cestujícího) se uplatňují v maximálních časových polohách během přepravních špiček u vozidel městské hromadné dopravy.

Obdobně lze ohodnotit další vlastnosti přepravního procesu, které posuzuje uživatel (cestující) z hlediska kvality systému. Zohledněním jednotlivých vlastností lze průměrně ohodnotit například jeden dopravní prostředek nebo systém, přičemž u jednotlivých vlastností se určí jejich důležitost (tzv. váha vlastnosti).

#### 5. STRUKTURA A PRVKY POSUZOVÁNÍ KVALITY

Při posuzování kvality systému MHD z tohoto hlediska je nutno řešení rozdělit do dvou oblastí se zaměřením na:

1. ukazatele kvality systému MHD (např. dostupnost, přístupnost, informace, doba trvání přepravy, péče o zákazníka, komfort, bezpečnost, ekologické dopady apod. [3]),
2. metody hodnocení a řízení kvality systému MHD.

Vlastní řešení v každé oblasti je možno rozdělit do následujících modulů [2]:

- dopravní cesta,
- dopravní prostředek,
- informační toky a řízení systému MHD.

### **5.1 Modul dopravní cesta**

V rámci tohoto modulu lze navrhnout jeho rozdělení do následujících částí:

- dopravní hrany spojující uzly,
- stanice a zastávky (uzly) na dopravní síti,
- dopravní uzly a úseky u podzemní dráhy - pro její specifika je nutné řešit samostatně,
- terminály městské hromadné dopravy (diferencovaně podle druhů městské dopravy),
- terminály s interakcí různých druhů dopravy a přestupní uzly,
- ostatní důležité stavby potřebné ke kvalitnímu provozování systému MHD,
- zařízení pro sběr informací o technickém stavu dopravní cesty.

U dopravních hran, které spojují dopravní uzly na síti, je třeba kontrolovat a řídit kvalitu zejména jejich technického stavu (vliv na maximální úsekovou rychlost). Rovněž uspořádání a stupeň nasycení dopravní cesty nebo interakce s jinými dopravními prostředky (vlastními i jiných druhů dopravy) jsou důležité parametry, které v konečném důsledku ovlivňují celkovou úroveň kvality systému MHD.

U stanic a zastávek na dopravní síti je důležité jejich uspořádání vnitřní i uspořádání (poloha) vzhledem k okolí, např. počet stání, způsob pohybu a parkování vozidel, přístupové cesty (jejich rozměry - délka, šířka, převýšení, bezbariérovost) a vybavení (označnické informace o jízdním řádu, tarifu a on-line informace).

V rámci dané problematiky je účelné vyčlenit dopravní uzly a úseky podzemní dráhy. Ta je charakterizována některými prvky, které se projevují ve specifickém způsobu řešení. Například dopravní uzly jsou charakteristické úrovnovým nástupem a výstupem, jednotnou délkou hrany nástupišť či usměrňováním proudů příchozích a odcházejících cestujících; technologie na dopravním úseku je determinována mj. způsobem zabezpečení jízd vozidel, sklonovými poměry nebo skladbou vozového parku.

U terminálů MHD určených pro jednotlivé druhy/subsystémy městské dopravy (autobusová nádraží, terminál tramvajové dopravy apod.) jsou podstatnými parametry jejich uspořádání, přístupové a příjezdové cesty, jejich vybavení, ale také nabídka doplňkových služeb - vše při respektování specifík jednotlivých druhů dopravy.

V rámci hodnocení a řízení kvality procesů a služeb poskytovaných v terminálech pro více druhů dopravy (multimodální terminály) je třeba analyzovat jejich vnitřní i vnější uspořádání, parametry přístupových cest, dále vybavení multimodálních terminálů a také vztah jednotlivých druhů dopravy a vzájemný vliv dopravních prostředků (vzájemné ovlivňování – rušení).

Vliv vybavenosti a stavu ostatních důležitých staveb (dispečink, garáže, vozovny a depa apod.) na kvalitu systému MHD je pouze zprostředkovaný. Parametry těchto prvků nemají přímý vliv a výstup do zákaznické chápání kvality.

## **5.2 Modul dopravní prostředek**

Modul je možné dekomponovat na následující části:

- provozně technické vlastnosti vozidla,
- provozně přepravní vlastnosti vozidla,
- sběr informací o technickém stavu vozidla.

Z hlediska provozně technických vlastností vozidla je klíčovým prvkem zejména konstrukční rychlost, zrychlení, externality provozu a další. Jako samostatnou část by bylo možné vyčlenit problematiku duálních vozidel, resp. vliv jejich nasazení do provozu na úroveň kvality systému MHD. Duální vozidla lze např. nasadit na linku, která je vybavena trolejovým vedením pouze v určitém úseku. Jedná se např. o duální trolejbusy (s přídavným dieselovým agregátem). Nasazení duálních vozidel může mít vliv na kvalitu MHD např. v oblasti přestupů, přímých spojů apod.

Provozně přepravní vlastnosti vozidla charakterizuje například obsaditelnost, poměr sedících a stojících cestujících, bezbariérovost, odbavování cestujících jízdními doklady, uspořádání vnitřního prostoru vozidel, vnější a vnitřní informační systém pro cestující apod.

Sběr, zpracování a archivace informací o technickém stavu vozidla jsou podstatnými procesy pro systém kontroly kvality činnosti dopravních prostředků (plánované i neplánované revize a opravy, předcházení selháním dle předchozího bodu).

## **5.3 Modul informační toky a řízení systému MHD**

Části řešení, obsažené v tomto modulu, se vzhledem k interakci dopravní prostředek - dopravní cesta váží především k dispečerské formě řízení provozu. Jedná se především o sběr, zpracování a archivaci informací o činnosti systému. Tyto lze následně využít při řešení situací při výlukách, uzavírkách, odklonech a objíždkách na dopravní cestě nebo při nasazování náhradních či posilových vozidel (řidičů). Rovněž dostupné a analyzované informace o řešení odchylek a mimořádností pomohou zlepšit kvalitu dopravního procesu a nabízených služeb pro cestující veřejnost.

Informace je možné rozdělit na dvě kategorie:

- pro vnitřní potřebu dopravního podniku – zejména informace o důležitých parametrech přepravního procesu, technickém stavu vozidel a aktuální situaci na dopravní cestě,
- pro cestující – veřejně přístupné, kvalitní informace o jízdních řádech, přepravních a tarifních podmínkách, příp. další důležité informace.

## **5.4 Další aspekty kvality v MHD**

Jako doplnění poznatků z předchozích modulů lze uvést některé atributy posilující synergický efekt systému MHD:

- síťový charakter MHD,
- integrace dopravních systémů (časová, prostorová, tarifní),
- garantované přestupní vazby a čekací doby s ohledem na integraci,



- preference vozidel MHD v mezizastávkových úsecích a na světelných křižovatkách.

## 6. ZÁVĚR

Pro řízení kvality přepravy je nutná schopnost řízení jednotlivých aspektů kvality. Pro toto řízení je nutné mít soubor informací, dat a metod, které umožní hodnocení a rozhodování. Informace o kvalitě lze rozdělit na nekvalifikované a kvalifikované. Nekvalifikované informace jsou silně zatíženy subjektivním lidským činitelem, jedná se o ústní nebo písemná sdělení. Kvantifikované informace jsou informace, získané měřením podle pevného, předem stanoveného postupu bez zásahu lidského činitele. Jejich zdrojem jsou informační diagnostické systémy.

Dosažení a udržení jakosti požadované úrovně vyžaduje systémový přístup při jejich řízení. Např. vlastní dopravní prostředek, který je elementární součástí dopravního systému, nelze považovat za prostý součet jednotlivých částí, ale za podsystém dopravního systému. Dopravní prostředek musí splňovat požadavky přepravního systému ve formě logistického řetězce, jehož nedílnou součástí je zákazník-cestující.

*Príspevek vznikl za podpory Institucionálneho výzkumu „Teorie dopravních systémů“  
(MSM 0021627505) Univerzity Pardubice.*

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] LOKŠOVÁ, Z.: Kvalita v osobnej hromadnej doprave. *Doprava a spoje*, 2007, č. 1, s. 48 -54, ISSN 1336-7676
- [2] DRDLA, P.: *Technologie a řízení dopravy – městská hromadná doprava*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2005. 136 s. ISBN 80-7194-804-7
- [3] *Kvalita a benchmarking ve veřejné dopravě* [online]. c2003 [cit. 2009-03-24] Dostupné z: < [http://www.eu-portal.net/material/downloadarea/kt1a\\_wm\\_cz.pdf](http://www.eu-portal.net/material/downloadarea/kt1a_wm_cz.pdf) >.
- [4] MOJŽÍŠ, V. a kol.: *Kvalita dopravních a přepravních procesů*. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2003. 174 s. ISBN 80-86530-09-4
- [5] VONKA, J. a kol.: *Osobní doprava*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004. 162 s. ISBN 80-7194-630-3

Recenzenti: doc. Ing. Tatina Molková, Ph.D.  
Univerzita Pardubice, DFJP, Katedra technologie a řízení dopravy  
Ing. Vojtěch Wicha  
KORDIS JMK, spol. s r. o. Brno