

# EKOLOGICKÉ KRITÉRIÁ PRE MESTSKÚ HROMADNÚ DOPRAVU

## ECOLOGICAL CRITERIONS FOR MASS URBAN TRANSPORTATION

Zuzana Lokšová<sup>1</sup>

---

*Anotácia: Článok sa zaoberá aktuálnou problematikou znižovania emisií škodlivín z dopravy, pričom jeho súčasťou je i kvantifikácia dopadov mestskej hromadnej dopravy na životné prostredie. Riešenie uvedenej problematiky spočíva v korektnom postavení kritérií mestskej a prímestskej dopravy v logistickom systéme a v technických riešeniach v oblasti vozidiel.*

*Kľúčové slová: mestská hromadná doprava, emisie škodlivín, individuálna automobilová doprava*

*Summary: The paper deals with the actual issue of emissions decreasing from transportation. It also describes the development and quantification of emissions from mass urban transport. Problem solution consist in correct position of mass urban transport criterions in logistical system and in technical solving in vehicles area.*

*Key words: mass urban transportation, emissions, individual automobile transport*

### ÚVOD

Nárast objemu dopravy prináša so sebou nielen zrejmé pozitíva, ale aj negatíva, z ktorých najväčším je dopad na životné prostredie. V súčasnosti sú preto vyvíjané a aplikované početné technológie zamerané na znižovanie negatívnych vplyvov dopravy a automobilizmu na životné prostredie. Množstvo emisií znečisťujúcich látok v doprave súvisí so spotrebou pohonných látok, ktoré negatívne ovplyvňujú technický stav prevádzkovaného vozidlového parku, využívanie kapacity dopravných prostriedkov a zaťaženie dopravnej infraštruktúry.

### 1. KOMPLEXNÉ KRITÉRIÁ PRE HODNOTENIE MESTSKEJ A PRÍMESTSKEJ DOPRAVY

Jednou zo základných mestotvorných funkcií je dopravná činnosť, ktorá vykonáva fyzické premiestňovanie osôb a vecí v danom priestore a čase. Vo funkčnej štruktúre mesta patrí doprava k limitujúcim faktorom jeho rozvoja. Aby rozvoj mesta bol uskutočňovaný integrovane s ostatnými funkciami, je vhodné riešenie dopravnej politiky v procese logistických požiadaviek. Dopravný systém, ako súhrn všetkých dopravných možností

---

<sup>1</sup>Ing. Zuzana Lokšová, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta PEDaS, Katedra cestnej a mestskej dopravy, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, SR, tel.: 00421-41-513 3522, e-mail: [Zuzana.Loksova@fpedas.uniza.sk](mailto:Zuzana.Loksova@fpedas.uniza.sk)

z technického, organizačného, ekologického a energetického hľadiska musí odpovedať na požiadavky, ktoré vyvoláva logistika. Jednou z možností riešenia mestskej a prímestskej individuálnej dopravy je hybridný automobil, ktorý je v niekoľkých prototypoch postavený ako súhrn súčasných interdisciplinárnych vedeckých poznatkov. Pre aplikáciu takýchto vozidiel, pre uvedenú dopravnú činnosť, rozhodujú viac ako inokedy nasledujúce kritériá: bezpečnosť, ekologická a energetická nenáročnosť a cena za prepravu.

Názory na „výhodnosť“ či „nevýhodnosť“ určitého dopravného prostriedku a dopravného systému sa menia. Nejde však o subjektívne názory pozorovateľa, ale o objektívny vývoj názorov, ktoré sú v spätnej väzbe korigované vývojom konkrétnej spoločnosti. Na rozdiel od minulosti, kedy sa kritériá posudzovali obyčajne oddelene a staticky, je teraz v komplexnom hodnotení dopravy nutné aplikovať systémový prístup. Vychádza sa pri tom z poznatkov, že doprava je systém. Potom možno z pohľadu systémového definovať oblasť komplexného hodnotenia dopravy ako multifaktorový jav so zložitými väzbami, súvislosťami a závislosťami. K tomu sa využívajú metódy hodnotovej analýzy a viackriteriálneho vyhodnocovania. Problém pri hodnotení efektov kvalitatívnych zmien v systéme mestskej a prímestskej dopravy spočíva v tom, že len niektoré efekty môžeme merať a hodnotiť klasickým ekonomickým spôsobom, teda peniazmi. Keďže prístup k hodnoteniu efektívnosti nemôže byť založený na jednoduchom aj keď rôzne modifikovanom vzorci splatnosti či návratnosti, pretože ide o čiastočné efekty, ktoré nie sú priamo alebo sprostredkovateľne merateľné peniazmi, možno ich merať aj vo vhodne zvolenom intervale  $\langle 0,1 \rangle$ , kde 0 koreluje s najmenej žiaducou a 1 s najviac žiaducou hodnotou danej charakteristiky systému uvedenej dopravy.

Komplexné vyhodnotenie alternatív riešenia t.j. možných prostriedkov a spôsobov dosiahnutia určeného cieľa možno rozdeliť do troch na seba nadväzujúcich etáp:

- **vymedzenie kritérií**, ktoré je potrebné brať do úvahy pri vyhodnocovaní z hľadiska určeného cieľa. Vymedzenie kritérií sa vykoná vo forme ich normálnych hodnôt na množine dopravných alternatív,
- **izolované vyhodnotenie alternatív riešení** podľa jednotlivých kritérií. Každé kritérium sa vyhodnotí v príslušných jednotkách,
- **stanovenie váhy či relatívnej dôležitosti jednotlivých kritérií** subjektom hodnotenia.

Súbor cestujúcich, ako rozhodujúci subjekt hodnotenia, nie je však kategóriou homogénnou. Možno zostaviť skupiny podľa zamestnania, veku, vzdelania a podobne.

Ak chceme ovplyvniť rozhodovanie cestujúcich v prospech ekologickejšej mestskej hromadnej dopravy (MHD), nedá sa tento zámer vykonať len cestou legislatívnych a reštriktívnych opatrení, ale je nutné v konkrétnych podmienkach daného mesta poznať:

- súčasné kvalitatívne vlastnosti a charakteristiky systému mestskej hromadnej dopravy a individuálnej automobilovej dopravy,
- systém preferencie týchto vlastností u reprezentatívneho súboru cestujúcich,
- reálne možnosti zmeny týchto vlastností s ohľadom na technické a ekonomické vlastnosti.

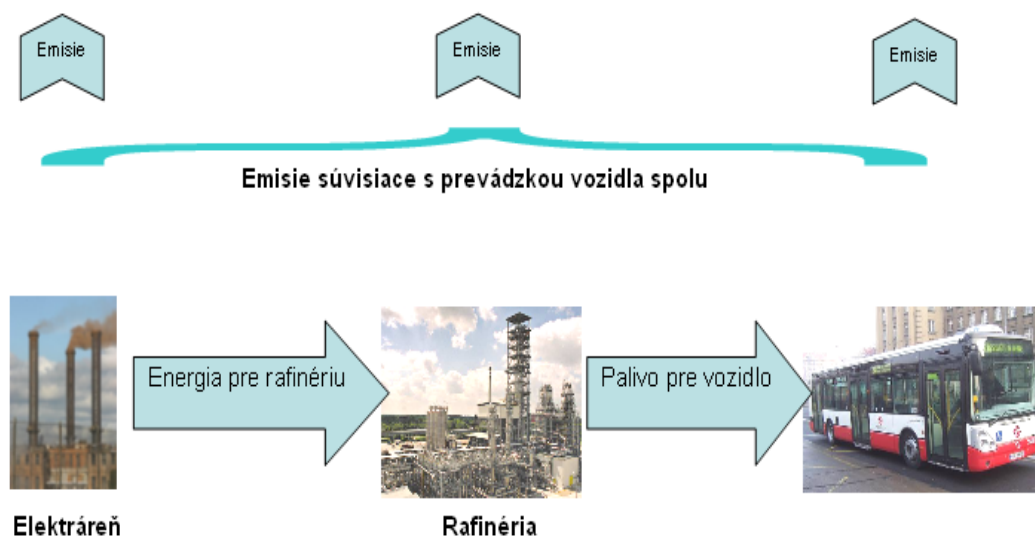
## 2. KVANTIFIKÁCIA DOPADOV MHD NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

Doprava sa stala najväčším znečisťovateľom životného prostredia v mestách. MHD ako súčasť dopravy sa na tejto skutočnosti podieľa dvomi spôsobmi. Jednak produkciou emisií dopravnými prostriedkami so spaľovacím motorom, ale i neschopnosťou získať cestujúcich pre prepravu systémom MHD. Títo následne na uspokojenie prepravnej potreby v rámci mesta použijú radšej individuálnu automobilovú dopravu. Z pohľadu priestorových nárokov pôsobí individuálna doprava pre mesto len priťažujúco. Príkladom je prepočet priestorovej náročnosti dopravných prostriedkov: autobus prepravujúci 180 cestujúcich zaberie 45 m<sup>2</sup> komunikácie a pritom má rovnaké plošné nároky ako 5 osobných motorových vozidiel, ktoré prepravujú v našich podmienkach nie viac ako 10 osôb. To znamená, že prostriedok hromadnej prepravy osôb je 18-krát efektívnejší.

Všeobecne platí názor, že elektrická energia a jej využívanie je environmentálne prijateľné. Je však nutné vidieť aj druhú stranu veci a tou je spôsob výroby elektrickej energie. Environmentálne prijateľná je elektrická energia vyrobená z obnoviteľných zdrojov, ale nie z tuhých palív. Z hľadiska produkcie emisií môžeme označiť ako environmentálne prijateľný zdroj výroby eklectickej energie i jadrovú energiu.

Výpočet objemu emisií musí teda obsahovať nielen emisie z výfukových plynov vozidla, ale i produkciu nepriamych emisií z výroby elektrickej energie pre rafinériu a emisií z rafinérie pri výrobe fosílnych palív.

Schéma reťazca produkcie emisií z výroby a spotreby fosílnych palív je znázornená na obrázku 1.

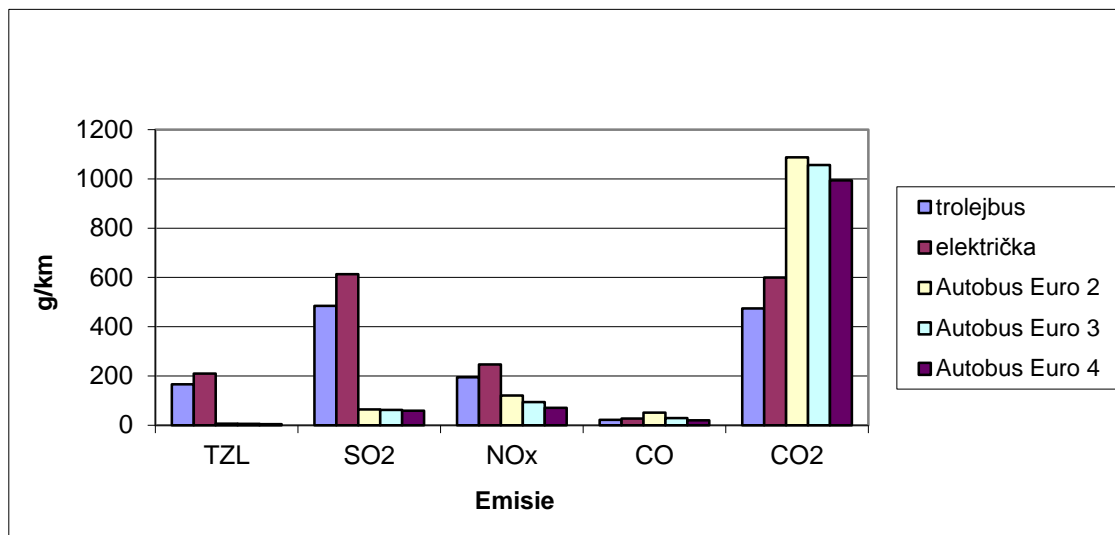


Zdroj: (2)

Obr. 1 - Schéma produkcie emisií škodlivín vozidlom MHD

Na obr. 2 sa nachádza porovnanie produkcie emisií jednotlivých subsystémov MHD. Ako vyplýva z grafu, emisie CO sú pomerne nízke u všetkých porovnávaných dopravných prostriedkov. Pri emisiách NO<sub>x</sub> a SO<sub>2</sub> zaťažuje najviac životné prostredie električka a následne trolejbus. Je to spôsobené tým, že v súčasnosti sa používajú bezsírne palivá, čiže

priame emisie SO<sub>2</sub> sú pri autobuse nulové. Celkové emisie SO<sub>2</sub> sú tak tvorené výlučne nepriamymi emisiami. Tuhé zložky (TZL) autobusu sú v porovnaní s emisiami električky i trolejbusu zanedbateľné. Pri emisiách CO<sub>2</sub> možno konštatovať, že životné prostredie zaťažujú týmito emisiami najmä autobusy. Najviac k takémuto pozitívnemu výsledku pre električky a trolejbusy prispela súčasná štruktúra zdrojov výroby elektrickej energie. Najmä vysoký podiel jadrovej energie, ale i energie produkovanej vo vodných elektrárnach.



Zdroj: (1)

Obr. 2 - Porovnanie produkcie emisií jednotlivých subsystémov MHD

Pretože je rozdiel, či dopravný prostriedok využíva jedna alebo viac osôb, v tabuľke 1 je vyčíslená výška emisií na 1 oskm.

Tab. 1 - Emisie škodlivín MHD vyjadrené na 1 oskm

Prepočet na 1 oskm	TZL	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>
	g/oskm	g/oskm	g/oskm	g/oskm	g/oskm
Električky	3,30	11,80	2,78	0,34	11,66
Trolejbusy	29,65	105,92	24,98	3,02	104,60
Autobusy	0,60	7,66	9,72	3,86	130,28

Zdroj: (1)

Čo sa týka individuálnej automobilovej dopravy, možno konštatovať, že z ekologického hľadiska je najpriateľnejšia pri plnej obsadenosti.

Tab. 2 - Množstvo emisií vyprodukovaných IAD

Počet osôb	TZL	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>
	g/oskm	g/oskm	g/oskm	g/oskm	g/oskm
<b>1 osoba (vodič)</b>	1,383	16,593	12,059	3,275	261,633
<b>2 osoby (vodič + spolucestujúci)</b>	0,692	8,297	6,029	1,637	130,817
<b>3 osoby (vodič + 2 spolucestujúci)</b>	0,461	5,531	4,020	1,092	87,211
<b>5 osôb (vodič + 4 spolucestujúci)</b>	0,277	3,319	2,412	0,655	52,327

Zdroj: (4)

Keď emisie osobných automobilov porovnáme s dopravnými prostriedkami MHD, vychádza nám, že osobný automobil je v porovnaní s električkovým systémom vysoko neekologický i pri plnej obsadenosti. Pri autobusoch a trolejbusoch dosahuje osobný automobil horšie výsledky len pri jednom a dvoch cestujúcich vo vozidle. Keď v osobnom automobile cestujú minimálne traja ľudia, vyprodukuje na oskm menej emisií škodlivín ako autobus i trolejbus.

Z alternatívnych palív má u nás zatiaľ najväčšiu perspektívu zemný plyn. V súčasnosti ho využívajú niektoré podniky MHD (Bratislava, Košice) na pohon autobusov. Autobus spaľujúci zemný plyn dosahuje pri tuhých zložkách, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO nižšie emisie ako produkuje trolejbus i električka (viď tabuľka 3). Výnimkou sú najviac sledované emisie - CO<sub>2</sub>, ktoré dosahujú hodnotu až 734,40 g/km.

Tab. 3 - Porovnanie produkovaných emisií dopravných prostriedkov MHD v g/km

	Tuhé zložky	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>
Trolejbus	134,4201	480,15	113,24	13,67	474,15
Električka	170,0429	607,39	143,25	17,30	599,81
Autobus - nafta	3,8085	58,46	53,04	17,18	994,00
Autobus – ZP*	0,0036	0,00	0,32	0,08	734,40

\* pri ZP neuvažujeme s nepriamymi emisiami

Zdroj: (1)

## ZÁVER

Doprava je jedným z hlavných činiteľov zodpovedných za energetické problémy a problémy životného prostredia. Najväčší prínos pri znižovaní emisií z dopravy sa môže dosiahnuť korektným postavením kritérií mestskej a prímestskej dopravy v logistickom systéme, kde významnú rolu bude hrať práve technické riešenie v oblasti vozidiel.

Ekologickosť dopravného prostriedku závisí najmä od jeho spotreby, či už ide o naftu v autobusoch, alebo elektrickú energiu v trolejbusoch a električkách. Veľmi dôležitým faktorom, ktorý ovplyvňuje množstvo nepriamych emisií je i podiel zdrojov na výrobe elektrickej energie. Elektrická energia vyrábaná z fosílnych palív v tepelných elektrárnach výrazne znečisťuje životné prostredie.

Keď porovnáme trolejbus a električku s autobusom, tak nám pri súčasnom rozložení zdrojov pre výrobu elektrickej energie vychádza autobus ako najmenej ekologický dopravný prostriedok. Z ekonomického hľadiska však nie je možné vybudovať v každom meste (i časti mesta) električkový alebo trolejbusový systém MHD. Preto autobus zostane i naďalej najpočetnejším dopravným prostriedkom MHD. V súčasnosti sa hľadajú cesty na odstránenie nežiaducich účinkov prevádzkovania klasických autobusov, vybavených spaľovacím motorom, vzhľadom k ochrane životného prostredia. Je potrebné pokračovať v nastúpenom trende sprísňovania noriem EURO, prostredníctvom ktorých sa vyvíja tlak na výrobcov, aby vyrábali stále environmentálne prijateľnejšie vozidlá. Do prevádzky sa zavádzajú autobusy s alternatívnym pohonom (zemný plyn, bioplyn, vodík) alebo iné nezávislé vozidlá ako elektrobusesy, gyrobusy, duobusesy, či hybridné autobusy.

Práve súčasné rozloženie zdrojov zaisťuje električkám a trolejbusom nižšiu produkciu nepriamych emisií. Modelovaním rôzneho rozloženia zdrojov je možné ukázať aký by bol stav, keby rozloženie zdrojov bolo iné. Podiel environmentálne prijateľných zdrojov je priamoúmerný ekologickosti električiek a trolejbusov. Čím vyšší je podiel environmentálne prijateľných zdrojov, tým sú električky a trolejbusy ekologickejšie. Keby bol tento podiel nižší, mohol by nastať stav, kedy by bolo možné konštatovať, že autobusy sú ekologickejšie.

## POUŽITÁ LITERATÚRA

- (1) LOKŠOVÁ, Z. *Hodnotenie subsystémov mestskej hromadnej dopravy*: Skripta ŽU v Žiline, 1. vyd., EDIS Žilina 2009. ISBN 978-80-554-0152-2, 122 str.
- (2) KONEČNÝ, V. *Analýza produkcie emisií CO<sub>2</sub> z dopravy v Slovenskej republike*: Doprava, zdravie a životné prostredie – Sborník prednášok. Centrum dopravného výskumu, 2006.
- (3) *Eurostat* [online]. c2012 [cit. 2013-01-28]. Dostupné z: <<http://epp.eurostat.cec.eu.int>>.
- (4) *Slovenské elektrárne, a.s.* [online]. c2011 [cit. 2013-01-26]. Dostupné z: <<http://www.seas.sk/en>>.
- (5) *VURUP – Slovnaft, a.s.* [online]. c2012 [cit. 2013-02-04]. Dostupné z: <<http://www.vurup.sk>>.

Tato štúdia/publikácia vznikla vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt:

**Centrum excelentnosti pre systémy a služby inteligentnej dopravy II.,**

ITMS 26220120050 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"