

## **Stratégia znižovania hluku v okolí električkových tratí** **The Strategy of Noise Reducing around the Tramlines**

EVA PANULINOVÁ

### **Abstract**

*When there are many sources it is important to determine the sound power and directivity of each to determine their relative contributions to the noise problem. Any noise problem may be described in terms of a source, a transmission path and a receiver and noise control may take the form of altering any one or all of these elements. The aim of this paper is to suggest ways of reducing tram noise from technical and technological tools.*

**Keywords:** tram, noise reducing, noise emission, analysis

### **1 Úvod**

Znížiť emisie hluku z dopravy na úroveň prípustných hodnôt pre ľudské zdravie a životné prostredie je cieľ dlhodobý a je v priamom kontraste so zvyšujúcim sa dopytom po doprave. Dlhodobá stratégia znižovania hluku vychádza z hlavného cieľa, a to poznatky z technickej akustiky aplikovať v čo najširšej miere vo všetkých stupňoch navrhovaných činností, u ktorých je predpoklad zásahu do životného prostredia a zdravia ľudí.

Cieľom príspevku je naznačiť cesty znižovania hluku od električkovej dopravy technickými a technologickými prostriedkami.

### **2 Hluk od električkovej dopravy**

Hlavnými zložkami ovplyvňujúcimi veľkosť hladiny hluku sú električkové vozidlo a električková trať. Miera príspevku jednotlivých zložiek závisí od mnohých okolností. Na intenzitu hluku má vplyv rýchlosť vozidla, typ konštrukcie električkovej trate a vozidla, intenzita vozidiel, technický stav vozidla a trate, vzdialenosť zdroja hluku od pozorovateľa, charakteristiky okolitého terénu, klimatické podmienky, atď. Vo fáze rozbiehania sa koľajového vozidla a pri malých rýchlostiach prevažuje vo vonkajšom prostredí hluk hnacích zariadení. Po zvýšení rýchlosti nad 35 km/h sa stáva dominantným hluk valivý a pri vysokých rýchlostiach koľajových vozidiel nad 250 km/h hluk aerodynamický, čo pre električky nie je dosiahnuteľné. Valivý hluk, ktorý vzniká na styku kolesa s koľajnicou tvorí najvýznamnejšiu zložku celkového hluku električkovej dopravy, pretože električky sa pohybujú po tratiach prevažne rýchlosťou od 30 do 50 km/h.

Jednou z možností vedenia električkovej dopravy je jej umiestnenie v spoločnom koridore - pozemnej/miestnej – mestskej komunikácie s automobilovou dopravou. Je tomu tak aj vo väčšine lokalít, ktorými prechádzajú električkové trate v Košiciach. Pri analyzovaní akustickej situácie v takomto prípade je dôležité lokalizovať zdroj hluku a určiť, ktorý producent hluku je dominantný. Je to dôležité z titulu účinnosti opatrení eliminujúcich hluk. Uvedené tvrdenie je možné doložiť konkrétnym príkladom.



Obrázok 1: Príklad vedenia električkovej trate spolu s automobilovou dopravou

Pre známe hladiny  $L_1$  [dB] a  $L_2$  [dB] akustického tlaku generované dvoma rôznymi zdrojmi zvuku platí pri súčasnom pôsobení oboch zdrojov, že výsledná hladina akustického tlaku sa rovná:

$$L = 10 \log \left( 10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} \right) [dB] \quad (1)$$

Príklad:

Na komunikácii Južná trieda v Košiciach, čo je jedna z najfrekventovanejších električkových tratí, kde sú prevádzkované 3 pravidelné a jedna nepravidelná linka. Ide o husto zastavanú oblasť, v ktorej prevažujú obytné domy. V mieste posudzovania hluku trať lemuje z oboch strán štvorprúdová komunikácia. Koľajnice sú umiestnené na betónových podvaloch v štrkovom lôžku, ktorý je otvorený. Dominantným zdrojom zvuku v rušnej lokalite je, ako bolo publikované v príspevku [1] električková doprava.

Meraním bola zistená v sledovanej lokalite hodnota ekvivalentnej hladiny hluku  $L_1 = 57$  dB (nočná doba bez električiek). Hluk osobitne od električkovej dopravy bol určený teoretickým výpočtom podľa Liberka [2].

Pri vzdialenosti  $d=7,5$ m od osi koľaje sa na stanovenie hodnoty pre ekvivalentnú hladinu hluku použije vzťah:

$$L_{Aeq,1h} = 10 \cdot \log X + 40 = 10 \cdot \log 623 + 40 = 67,2 \text{ dB} \quad (2)$$

$$X = 44,5 \cdot F_5 \cdot m = 44,5 \cdot 1,0 \cdot 14 = 623 \quad (3)$$

Faktor  $F_5$  je závislý od priemernej rýchlosti električky, a pre rýchlosť  $v_{tram} = 30$  km/h platí  $F_5 = 0,25$  pri klasických tratiach A a tratiach typu KBV a  $F_5 = 0,50$  pre klasické trate B. Hodnota  $m$  je hodinová intenzita električkovej dopravy zistená v skorej rannej dobe = nočnej dobe 14 voz/h. Výpočtom stanovená hladina akustického tlaku  $L_2 = 67,2$  dB.

Výsledná hladina akustického tlaku pri súčasnej prevádzke oboch zdrojov je rovná:

$$L = 10 \cdot \log (10^{5,7} + 10^{6,72}) = 66,9 \text{ dB} \quad (4)$$

Výsledkom je skoro rovnaká hodnota hladiny hluku, ktorú generuje električková doprava, takže hluk z automobilovej dopravy sa v súčte na hodnote výslednej ekvivalentnej hladine hluku takmer vôbec neprejaví. Uvedený jav sa nazýva maskovanie zvuku. Vzniká v prípade, ak je rozdiel medzi hladinami veľký (prakticky vyšší než 10 dB), potom vyššia hladina celkom potlačí účinok zdroja s nižšou hladinou. Na základe tohto javu je možné potvrdiť, že je účelnejšie a účinnejšie orientovať sa pri návrhu opatrení na hluk spôsobený dominantným zdrojom. Hodnoty v decibeloch sa neuvádzajú s väčšou presnosťou než na jedno desatinné miesto, pretože rozlišovacia schopnosť zvukomeru nie je väčšia než 0,1 dB. Výsledné hodnoty sa zaokrúhľujú na celé dB, pretože rozlišovacia schopnosť ľudského sluchu je min. 1 dB.

### 3 Návrh opatrení

Najprv si musíme uvedomiť, čo to vlastne protihlukové opatrenia sú a čomu majú slúžiť. Sú to opatrenia, ktoré majú za cieľ znížiť hlukové a vibračné imisie (hluk a vibrácie v mieste príjemcu) z električkovej prevádzky na okolité exponované objekty. Protihlukové opatrenia majú za úlohu znížiť hladinu hluku z produkovanú zdrojom hluku na určitou „medzu“, ktorá nie je z dlhodobého hľadiska ľudskému zdraviu škodlivá. Negatívny vplyv hluku na ľudské zdravie je dokázaný a nie je potrebné túto problematiku na tomto mieste podrobne rozoberať.

Vráťme sa ale späť k technickým protihlukovým opatreniam používaným pre znižovanie hlučnosti električkových tratí, s ktorými úzko súvisí aj stratégia znižovania hluku v okolí električkových tratí. Niekoľko návrhov ako na „to robiť“:

- Pri návrhu električkovej trate v okrajových častiach miest uvažovať s konštrukciou trate na samostatnom električkovom telese. Vedenie trate po samostatnom telese má prevádzkové a udržiavacie výhody oproti trati vo vozovke.
- Konštrukciu električkového zvršku je potrebné voliť takú, aby boli znížené negatívne ekologické účinky električkovej dopravy na blízku zástavbu, zvlášť ak sa jedná o hluk a vibrácie. Preto je vhodné voliť konštrukciu bezstykovej koľaje s pružným upevnením koľajnice a vykonať ďalšie konštrukčné úpravy, ktoré by viedli k zníženiu negatívnych vplyvov na okolité prostredie.
- Obmedziť vyžarovanie hluku a vibrácií z povrchu konštrukcie koľaje do voľného priestoru, poprípade použiť rôzne akustické clony. Väčšina takýchto konštrukčných úprav sa vykonáva pomocou vkladania pružného tlmiaceho materiálu, najčastejšie gumy. Jednou z najviac používaných úprav je obloženie stojky koľajnice gumenými pásmi - takzvanými bokovnicami. Tieto konštrukcie boli merané v laboratóriu aj v teréne a udáva sa zníženie hladiny hluku o 10 dB v závislosti od materiálu a zhotovenia.
- Prekrytie celej konštrukcie koľaje tlmiacou pružnou vrstvou alebo konštrukciou koľajového zvršku so zatrávením. Pri takýchto snahách, čo najviac odhlučniť konštrukciu električkovej koľaje nie je možné zabudnúť ani na aktívne znižovanie hluku vyžarovaného električkovým vozidlom, kde sa udáva hodnota dosiahnuteľného zníženia hluku až o 12 dB.
- Medzi najúčinnnejšie protihlukové pasívne opatrenia rozhodne patria protihlukové clony. Výborné riešenie z architektonického a funkčného predstavuje nízka betónová stienka.
- Rozhodujúcu a podstatnú úlohu, aj keď finančne náročnú zohráva obnova električkového vozového parku prevádzkovateľa.

- Na ostatnom mieste sú opatrenia ako protihlukové úpravy okien a fasád niektorých objektov určených na základe hlukovej štúdie.

### **3 Záver**

V závere je možné konštatovať, že ekvivalentná hladina hluku vznikajúca od prevádzky na električkovej trati môže byť o viac ako 10 dB vyššia než je ekvivalentná hladina hluku od ostatnej hlukovej záťaže (osobné automobily, autobusy), v takom prípade výsledná ekvivalentná hladina hluku (pri pôsobení oboch zdrojov zároveň) nie je vyššia.

Poučením pre akékoľvek ďalšie rozširovanie električkových tratí je, že pred vlastným návrhom protihlukových opatrení je nutné si uvedomiť, ktorý dopravný prostriedok (systém dopravy) je dominantným zdrojom hluku v danej oblasti a jeho hlukové emisie následnými opatreniami minimalizovať.

### **Pod'akovanie**

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci projektu VEGA 1/0477/15 Numerická analýza a modelovanie interakčných úloh viacvrstvových kompozitných konštrukčných prvkov.

### **Referencie**

- [1] PANULINOVÁ, E.: *Nové technické riešenia protihlukových stien pre električkovú dopravu*, Kočovce, 24. -25. 5. 2015, Akustický seminár
- [2] LIBERKO, M.: *Metodické pokyny pro výpočet hladin hluku z dopravy*, VÚVA Brno 1991
- [3] SMETANA, C. a kol.: *Hluk a vibrace*, SNTL Praha, 1998
- [4] PUŠKÁŠ, J. a kol.: *Znižovanie hluku v pozemných stavbách*, ALFA Bratislava a SNTL Praha, 1988
- [5] Vyhláška Ministerstva zdravotníctva SR č. 549/2007 Z. z., ktorou sa ustanovujú prípustné hodnoty hluku, infrazvuku a vibrácií

### **Informácia o autorovi**

Ing. Eva Panulinová, PhD.,  
Technická univerzita v Košiciach, Stavebná fakulta, Ústav inžinierskeho stavitel'stva, Katedra geotechniky a dopravného stavitel'stva,  
Vysokoškolská 4, 040 02 Košice, Slovenská republika,  
tel.: +421 55 602 4268, e-mail: eva.panulinova@tuke.sk