



## Dúbravsko-Karloveská radiála

Príčina generovania nízkofrekvenčného zvuku  
pri prejazdoch električiek na zmodernizovanom úseku

Objednávateľ: Hlavné mesto SR xxxxx

Počet strán: 17

Číslo: ES-20-12/45-BA02

Počet príloh: 0

Vypracovali: Ing. Milan Kamenický, Ing. Peter Zaťko

**xxxxx, december 2020**

**© EUROAKUSTIK, s.r.o. 2020**

Ing. Milan Kamenický je držiteľ Osvedčenia o odbornej spôsobilosti na účely posudzovania vplyvov na životné prostredie  
v zmysle Zákona NR SR č.24/2006 Z.z. v odbore-hluk a vibrácie, doprava, ochrana zdravia, č.: 467/2010/OHPV

Ing. Milan Kamenický, je držiteľ Osvedčenia o odbornej spôsobilosti, v zmysle Zákona NR SR č. 355/2007 Z.z., na kvantitatívne a kvalitatívne  
získovanie faktorov životného prostredia a pracovného prostredia na účely posudzovania ich možného vplyvu na zdravie - meranie huku a vibrácií,

čísla osvedčenia: OOD/4980/2010 a OOD/4981/2010

Ing. Peter Zaťko, je držiteľ Osvedčenia o odbornej spôsobilosti, v zmysle Zákona NR SR č. 355/2007 Z.z., na kvantitatívne a kvalitatívne  
získovanie faktorov životného prostredia a pracovného prostredia na účely posudzovania ich možného vplyvu na zdravie - meranie huku,

číslo osvedčenia: OOD/4987/2010

Ing. Peter Zaťko, je držiteľ Autorizačného osvedčenia SKSI, s rozsahom oprávnenia Stavebné konštrukcie - stavebná fyzika, pod registračným  
čísлом 3194\*A\*4-3.

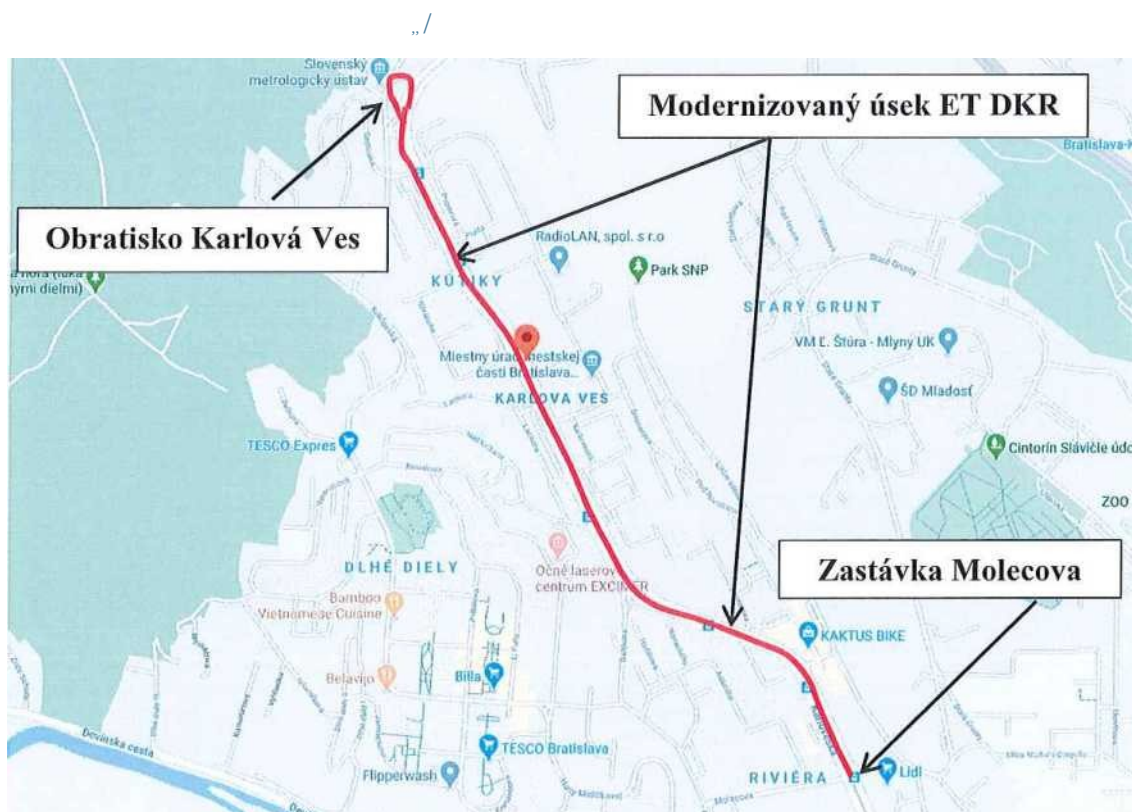
Tento posudok je duševným majetkom firmy KIJROAKUSTIK, s.r.o.,  
má 17 strán , rozmnožovať ho je možné len vcelku na základe písomného súhlasu autora.

## Obsah

1.0	<u>Stručný opis situácie.....</u>	<u>3</u>
2.0	<u>Popis sledovaných zdrojov zvuku.....</u>	<u>5</u>
3.0	<u>Súhrn výsledkov z merania sledovaných parametrov pri prejazdoch električiek.....</u>	<u>6</u>
4.0	Záver.....	<b>Chyba! Záložka nie je definovaná.</b>
5.0	Bibliografia.....	<b>Chyba! Záložka nie je definovaná.</b>

## 1.0 Stručný opis situácie

V Bratislave na ulici Karloveská, v rámci projektu Modernizácia električkových tratí (ďalej MET), bola vykonaná aj modernizácia električkovej trate Dúbravsko - Karloveskej radiály (ďalej DKR) v úseku od zástavky Molecova po Obratisko Karlova Ves, označovaná ako I. Etapa. Poloha modernizovaného úseku električkovej trate DKR v území, je zobrazená na obrázku 1.



Obr. 1 Poloha modernizovaného úseku ET DKR v území, červenou farbou I. etapa

V úseku Molecova - Obratisko Karlova Ves, je električková trať (ďalej ET) DKR po modernizácii, riešená ako trať s pevnou jazdnou dráhou. V sledovanom úseku, je zvršok trate riešený „zatravněním“, rozchodníkmi druhu Sedum a na niektorých častiach (zástavky, prechody pre chodcov, križovanie s miestnymi komunikáciami) je riešený s betónovým povrchom. Modernizovaný úsek bol odovzdaný do predčasného užívania v decembri 2019. V čase uvedenia do predčasného užívania na niektorých častiach modernizovaného úseku neboli ukončené všetky práce v rozsahu plánovanej a schválenej modernizácie.

Na ET DKR sú prevádzkované nové typy električiek 29T a 30T aj električky starších typov T3 a T6A5. Pri spracovaní dokumentácie stavby, modernizácia ET DKR v úseku Molecova - Obratisko Karlova Ves, pre proces posudzovania vplyvu zámeru na životné prostredie (EIA), dokumentácie pre územné konanie (DUR) a dokumentácie pre stavebné povolenie (DSP), nebolo

urobené posúdenie pôvodného stavu električkovej trate, v úseku Molecova - Obratisko Karlova Ves, z pohľadu vplyvu prevádzky električkovej dopravy na hlukovú záťaž, v dotknutom okolí sledovaného úseku ET. Neboli urobené merania, ktoré by zdokumentovali pôsobenie prejazdov prevádzkovaných koľajových vozidiel po sledovanom úseku ET v jej pôvodnom stave, na hlukovú záťaž v jej okolí. Posúdenie vplyvu modernizácie na generovanie zvuku pri prejazdoch električiek po zmodernizovanom úseku ET, bolo zhodnotené v správe [1]. Z výsledkov uvedených v tejto správe vyplynulo, že zvukové udalosti z prejazdu nových aj starých typov električiek spôsobujú v dotknutom okolí ET hodnoty veličiny, popisujúcej ich akustické vlastnosti (hladina A zvukovej expozície), nižšie ako pri prejazdoch po úseku, ktorý nebol zmodernizovaný. Výsledky preukázali, že pri prejazdoch nových typov električiek, zvukové udalosti spôsobujú nižšie hodnoty hladiny A zvukovej expozície. Podrobná analýza zvukového signálu, generovaného pri prejazdoch nových typov električiek po modernizovanom úseku ET, preukázala v nízkofrekvenčnej časti počuteľného zvuku, generovanie zvukového signálu s vyššími amplitúdami. Tento jav môže spôsobovať, u niektorých ľudí, zvýšené obťažovanie a rušenie. Z uvedeného dôvodu, boli urobené ďalšie merania a analýza, na základe ktorých sa mala určiť príčina generovania zvýšených amplitúd počuteľného zvuku v nízkofrekvenčnej časti spektra [2], [3].

## 2.0 Popis sledovaných zdrojov zvuku

Sledovanými zdrojmi zvuku boli prejazdy električkových koľajových vozidiel po električkovej trati DKR, ktoré sú bežne prevádzkované na ET DKR. Merania boli robené pri prejazdoch koľajových vozidiel typu **30T** (vozidlo 7518); **29T** (vozidlo 7402); **T3/VI.SUCS** (spriahnuté dve vozidlá 7837 - 7838) a **T6A5/I** (spriahnuté dve vozidlá 7933 - 7934). Technické parametre sledovaných koľajových vozidiel sú uvedené v tabuľke 1.

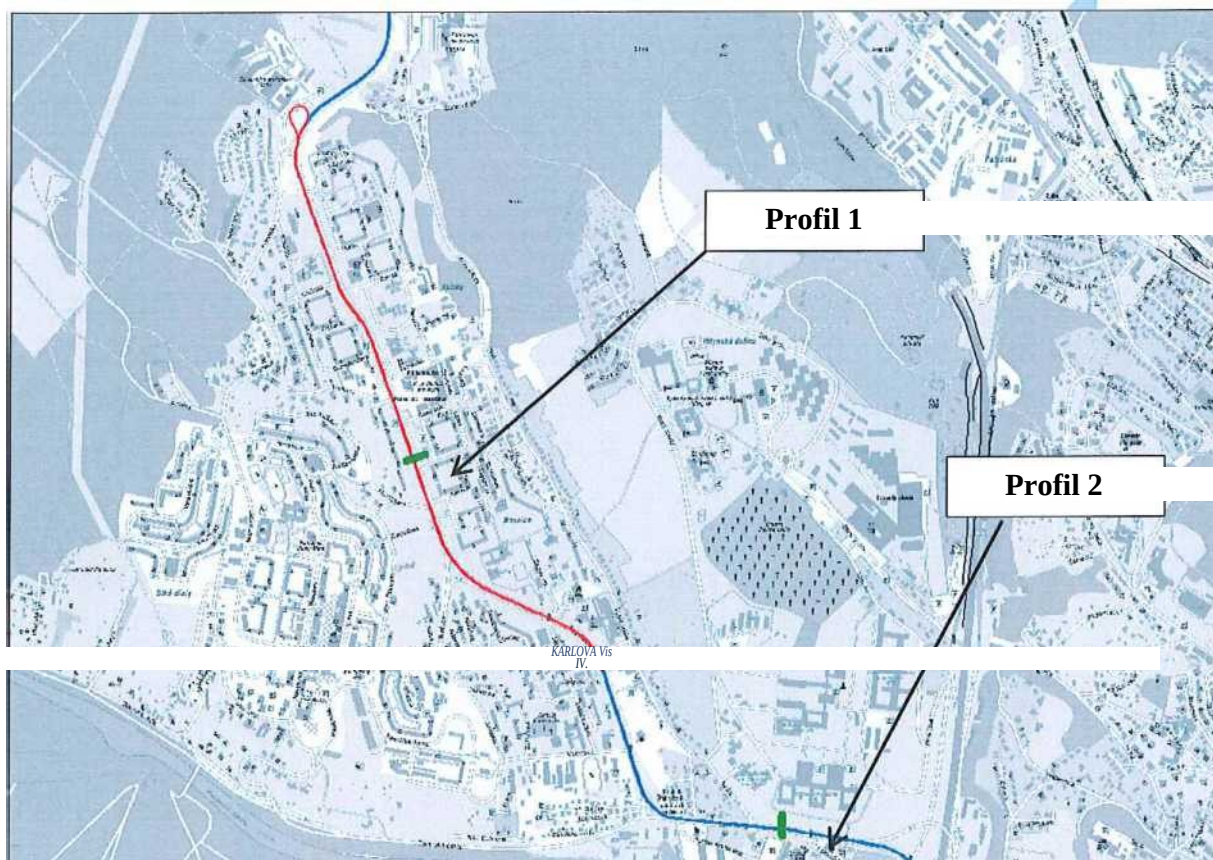
Tabuľka 1 Základné technické parametre sledovaných koľajových vozidiel

Parametre	29T/30T	T3/T6A5
Dĺžka skrine	32495 mm	14000 mm / 14700 mm
Pohotovostná hmotnosť	47415 kg/47516kg	18100 kg /18700 kg
Počet miest na sedenie	69+ 1 /52 + 2	19 + 2 / 30 + 1
Počet miest na státie	172-276/190-304	1 4 0 / 1 3 5
Maximálna rýchlosť	65 km/h	65 km/h
Počet dverí	5	3
Typ trakčných motorov	Škoda 1MLU 2945 K/4-VA	TE 022 / TE 023
Počet trakčných motorov	6	4
Celkový výkon motorov	600 kW	160 kW/180kW
Brzdy	elektrodynamická, mechanická kotúčová, koľajnicová	elektrodynamická, mechanická kotúčová, koľajnicová

Dopravný podnik xxxxx, počas pracovných dní, v súčasnosti prevádzkuje na ET DKR uvedené vozidlá približne v rovnakom pomere. Predpokladá sa, že po modernizácii celého úseku ET DKR, budú nosným typom električky typov 29T a 30T.

### 3.0 Súhrn výsledkov z merania sledovaných parametrov pri prejazdoch električiek

Ako bolo uvedené v kap. 1.0, v správe [1], sú uvedené výsledky z merania, ktorého účelom bolo zistiť vplyv modernizácie ET v sledovanom úseku DKR, na akustické parametre popisujúce zvukové udalosti spôsobované prejazdom električiek. Merania boli robené na modernizovanom a na v čase merania nezmodernizovanom úseku ET DKR. Poloha meraní je na obrázku 2. Profil 1 označuje miesto merania na zmodernizovanom úseku a Profil 2 na nezmodernizovanom úseku ET.

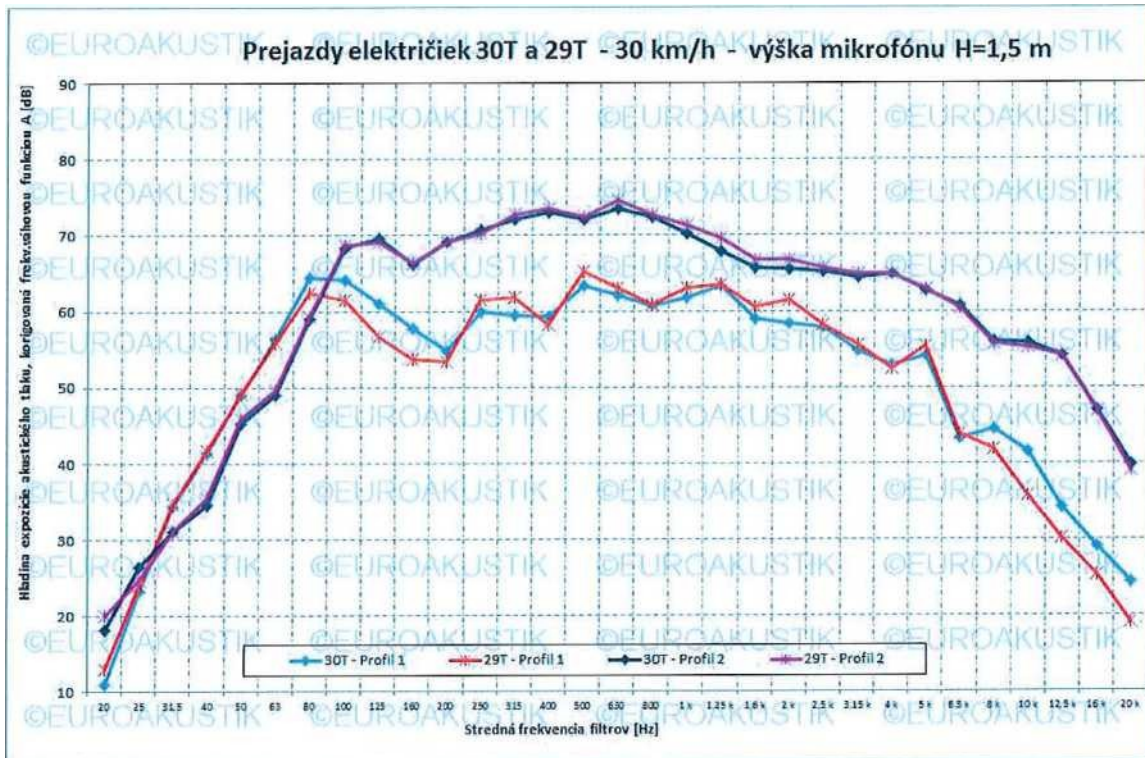


Obr. 2 Poloha miest merania na modernizovanom a pôvodnom úseku ET DKR

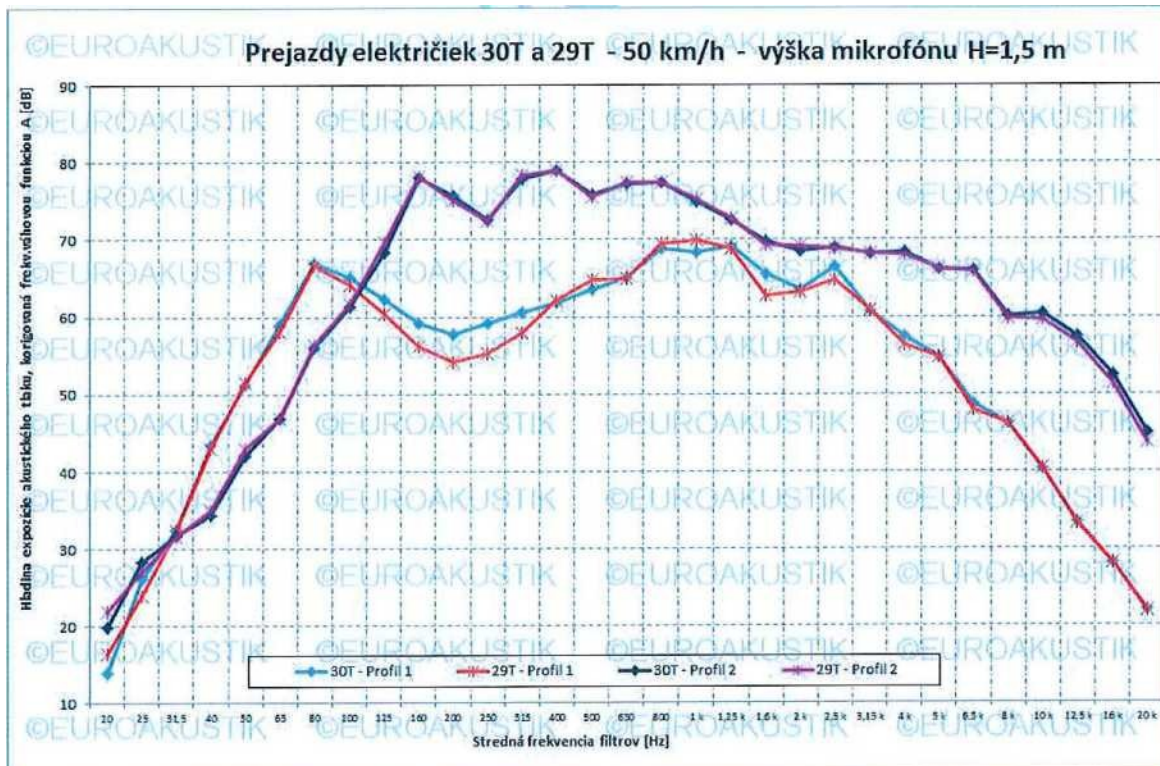
Popis merania a vyhodnotenia je uvedený v [1]. Ako bolo uvedené, z výsledkov vyplynulo, že prejazdy električiek po zmodernizovanom úseku generujú vo vonkajšom prostredí zvukové udalosti, ktorých hodnoty veličiny, popisujúcej ich akustické vlastnosti (hladina A zvukovej expozície), sú **nížšie** ako pri prejazdoch po úseku, ktorý nebol zmodernizovaný a mal identické technicko-prevádzkové parametre, ako zmodernizovaný úsek pred modernizáciou. Z výsledkov ďalej vyplynulo, že prejazdy nových typov električiek (29T/30T) pri prejazdoch po zmodernizovanom úseku električkovej trate, spôsobujú zvukové udalosti s výraznými amplitúdami zvukového signálu v nízkofrekvenčnej časti spektra počuteľného zvuku, 60Hz až 100 Hz. Táto skutočnosť môže u niektorých obyvateľov, žijúcich v dotknutom okolí modernizovaného úseku trate, pôsobiť obťažujúco a rušivo. Výsledky z merania (výsledky z tretinovo-oktávovej frekvenčnej



analýzy) zvukových udalostí spôsobených prejazdom rôznou rýchlosťou sledovaných nových typov električiek po zmodernizovanom úseku a v čase merania po nezmodernizovanom úseku ET, sú uvedené na obrázkoch 3 a 4.



Obr. 3 Tretinovo-oktávové spektrá  $L_{f(A)E}$  zvukových udalostí z prejazdov rýchlosťou 30 km/h nových typov električiek, profdom P1 a profilom P2 (poloha P1 a P2 na obr. 2)



Obr. 4 Tretinovo-oktávové spektrá  $L_{f(A)c}$  zvukových udalostí z prejazdov rýchlosťou 50 km/h nových typov električiek, profdom P1 a profilom P2 (poloha P1 a P2 na obr. 2)

Z uvedených výsledkov tretí no vo-oktávo vej frekvenčnej analýzy, signálov zo zvukových udalostí spôsobených prejazdom nových typov električiek (30T a 29T), pri prejazde po modernizovanom úseku trate (Profil 1), je zrejmé, že prejazdy týchto vozidiel spôsobujú v nízkofrekvenčnej oblasti počuteľného zvuku (v pásmach so strednými frekvenciami 63Hz, 80 Hz a 100 Hz) generovanie akustického tlaku s vyššími amplitúdami ako pri prejazde po úseku trate pred modernizáciu (Profil 2). Obťažovanie a rušenie u niektorých obyvateľov môže spôsobovať najmä skutočnosť, že pomer medzi hodnotami amplitúd akustického tlaku (vyjadrenými hodnotami hladiny expozície akustického tlaku), v nízkofrekvenčnej oblasti počuteľného zvuku a strednej a vysokofrekvenčnej oblasti počuteľného zvuku, je pri prejazdoch nových typov električiek po modernizovanom úseku trate vyšší ako pri prejazdoch po úseku trate pred modernizáciu.

Na základe uvedenej skutočnosti a analýzy konštrukcie modernizovaného úseku ET boli urobené ďalšie merania, ktorých súčasťou boli aj merania parametrov kmitania nosných dosiek pevnej jazdnej dráhy. Výsledky sú uvedené v správach [2] a [3]. Na základe zjednodušených teoretických výpočtov, pre konfázne kmitanie betónovej platne s rozmermi a parametrami identickými ako má nosná betónová doska pevnej jazdnej dráhy na modernizovanom úseku ET, bolo stanovené, že takáto doska má vlastné kmity v oblasti frekvencií 80 Hz až 100 Hz. Uvedená skutočnosť, pri vhodnom vybudení nosnej dosky, by mohla spôsobovať pri prejazdoch nových typov električiek generovanie nízkofrekvenčného zvuku, ktorý bol zistený priamym meraním v dotknutom okolí ET.

Po zrealizovaní modernizácie ET v úseku Molecova - Obratisko Karlova Ves, pri kontrole stavby bolo zistené, že niektoré rektifikačné skrutky neboli po stuhnutí betónu odstránené. Podľa názoru projektanta a autora pôvodného vibro-akustického posúdenia návrhu zámeru, uvedená skutočnosť spôsobuje generovanie nízkofrekvenčného zvuku [10]. Z uvedeného dôvodu, boli rektifikačné skrutky odstránené. Merania pred a po odstránení rektifikačných skrutiek preukázali, že odstránením rektifikačných skrutiek sa problém s generovaním nízkofrekvenčného zvuku pri prejazdoch nových typov električiek neodstránil [3]. Výsledky z merania parametrov vibrácií nosnej dosky, pri prejazde nových typov električiek, pred a po odvrtaní rektifikačných skrutiek, prebraté z [2] a [3] sú uvedené na obrázkoch 6, 8, 10 a 12. Pre porovnanie, sú na obrázkoch 7, 9, 11 a 13, uvedené výsledky v tých istých miestach aj z prejazdov starých typov električiek, prevádzkovaných v čase merania na sledovanej ET. Na obrázkoch sú uvedené výsledky z tretinovo-oktávovej analýzy signálu zrýchlenia vibrácií nosných dosiek č. 315 a 317, na rôznych miestach merania (A1, A2 a A3). Súbežne s meraním zrýchlenia vibrácií nosnej dosky bolo robené aj meranie a frekvenčná zlomkovooktávová analýza zvukového signálu (miesto M1), generovaného pri prejazdoch nových typov električiek. Miesta merania sú uvedené na obrázku 5.

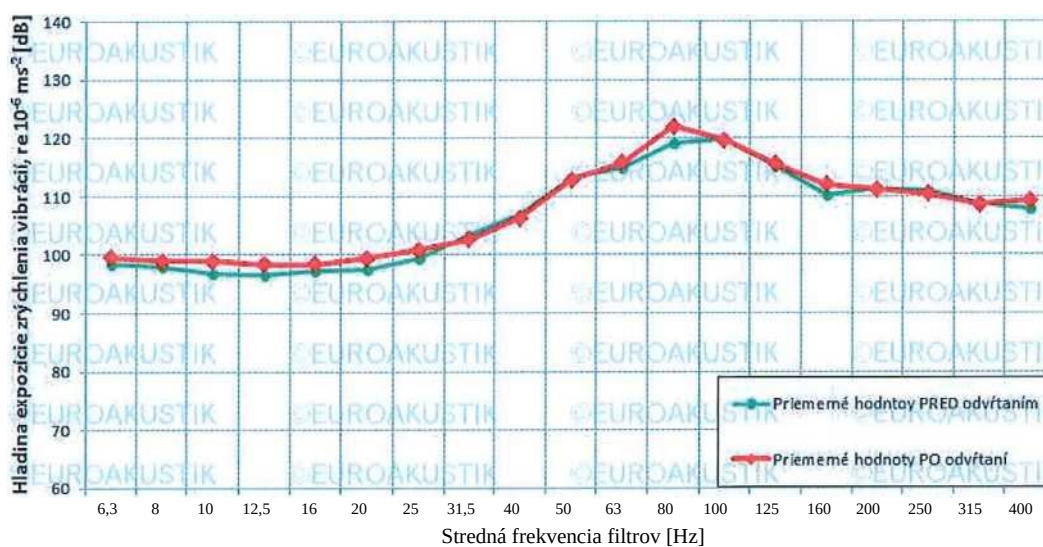




5. Poloha miest merania vibrácií dosiek č. 315 a č. 317 a zvuku pri prejazdoch električiek

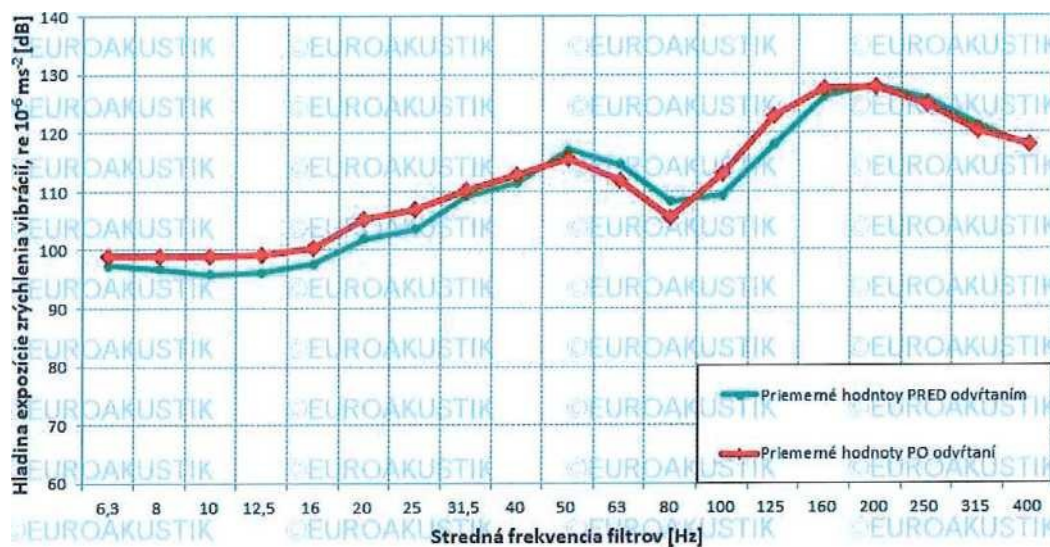
### VIBRÁCIE - meracie miesto A1

30T; 29T (nové) - SMER DÚBRAVKA - PRED a PO odvrátní



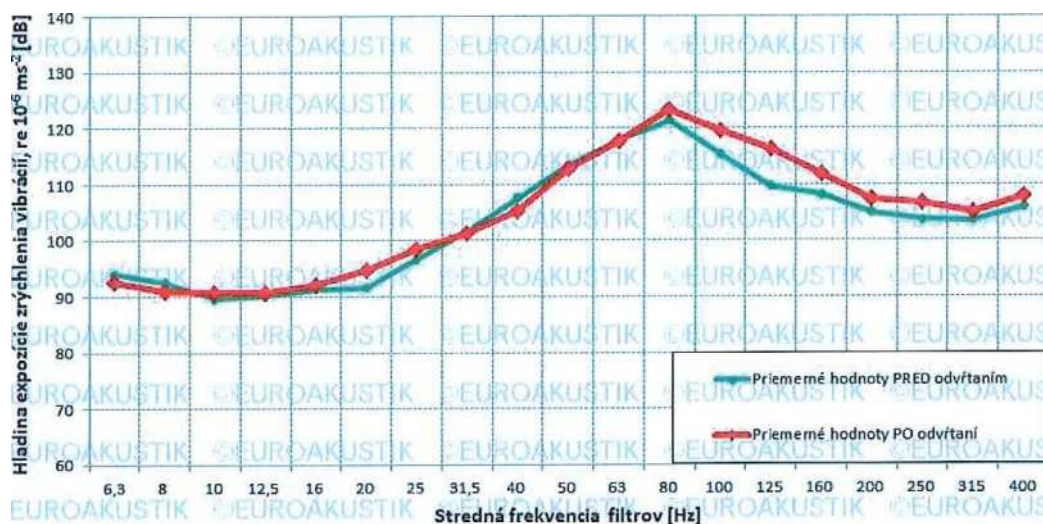
Obr. 6 Tretinovo-oktávová analýza hladiny expozície zrýchlenia vibrácií Lf<sub>E</sub> pri prejazde **nových električiek PRED** a **PO** odvrátní rektifikačných skrutiek, miesto merania **A1**

VIBRÁCIE - meracie miesto A1  
T3; T6A5 (staré) - SMER DÚBRAVKA - PRED a PO odvítaní



Obr. 7 Tretinovo-oktávová analýza hladiny expozície zrýchlenia vibrácií  $L_{f_{aE}}$  pri prejazde **starých električiek PRED a PO** odvítaní rektifikačných skrutiek, miesto merania A1

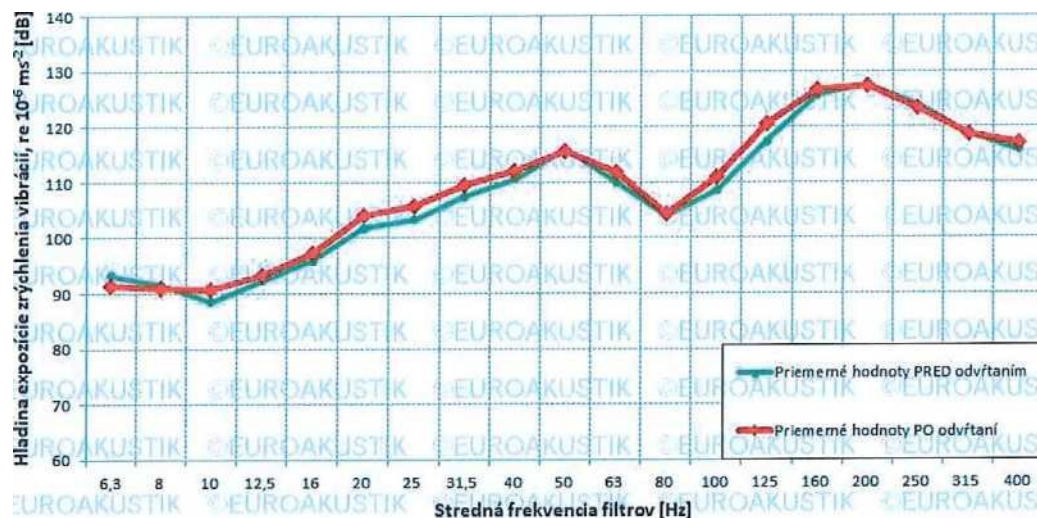
VIBRÁCIE - meracie miesto A2  
30T; 29T (nové) - SMER DÚBRAVKA - PRED a PO odvítaní



Obr. 8 Tretinovo-oktávová analýza hladiny expozície zrýchlenia vibrácií  $L_{f_{aE}}$  pri prejazde **nových električiek PRED a PO** odvítaní rektifikačných skrutiek, miesto merania A2

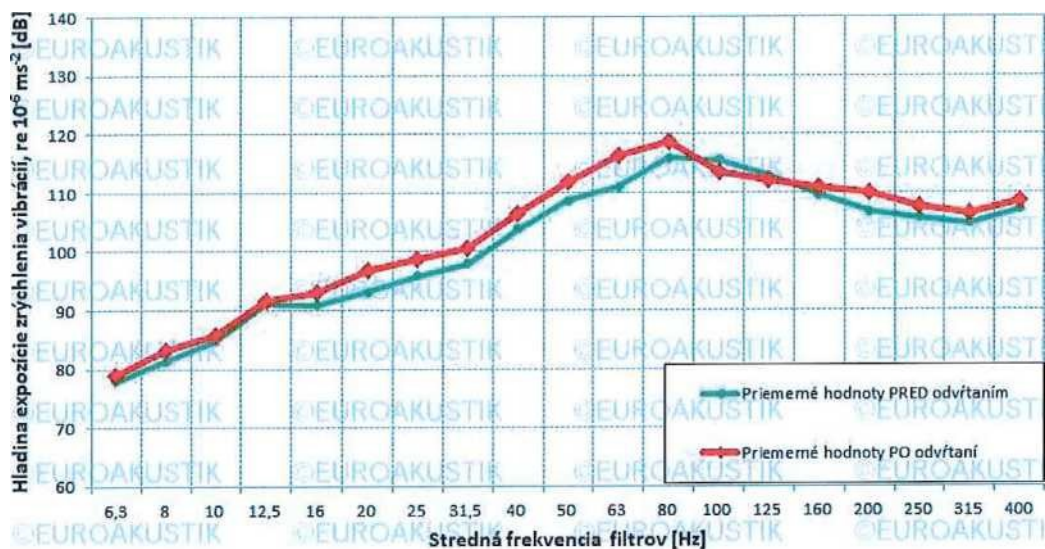


VIBRÁCIE - meracie miesto A2  
T3; T6A5 (staré) - SMER DÚBRAVKA - PRED a PO odvrátní



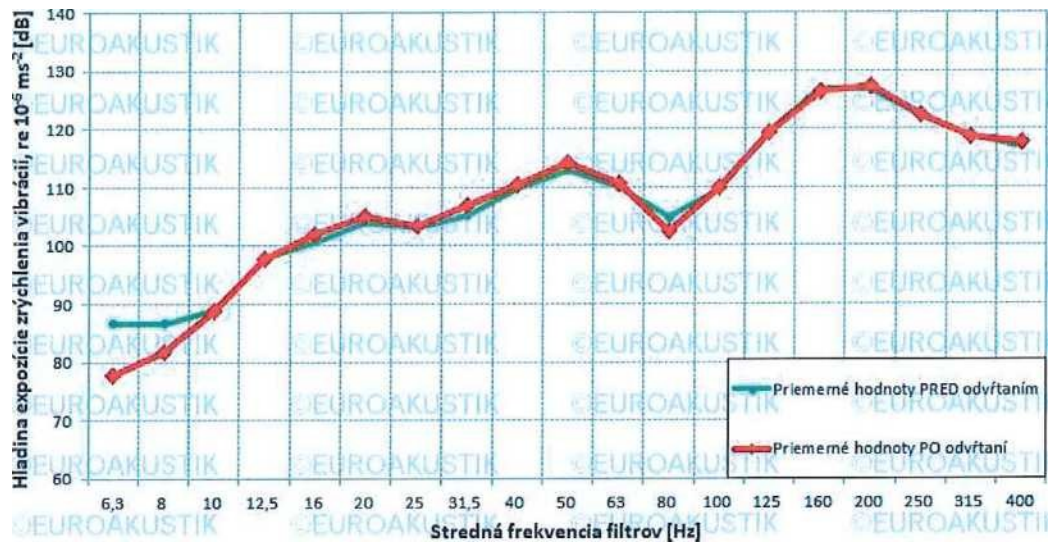
Obi\*. 9 Tretinovo-oktávová analýza hladiny expozície zrýchlenia vibrácií  $L_{f_aE}$  pri prejazde **starých električiek PRED a PO** odvrátní rektifikačných skrutiek, miesto merania A2

VIBRÁCIE - meracie miesto A3  
30T; 29T (nové) - SMER DÚBRAVKA - PRED a PO odvrátní



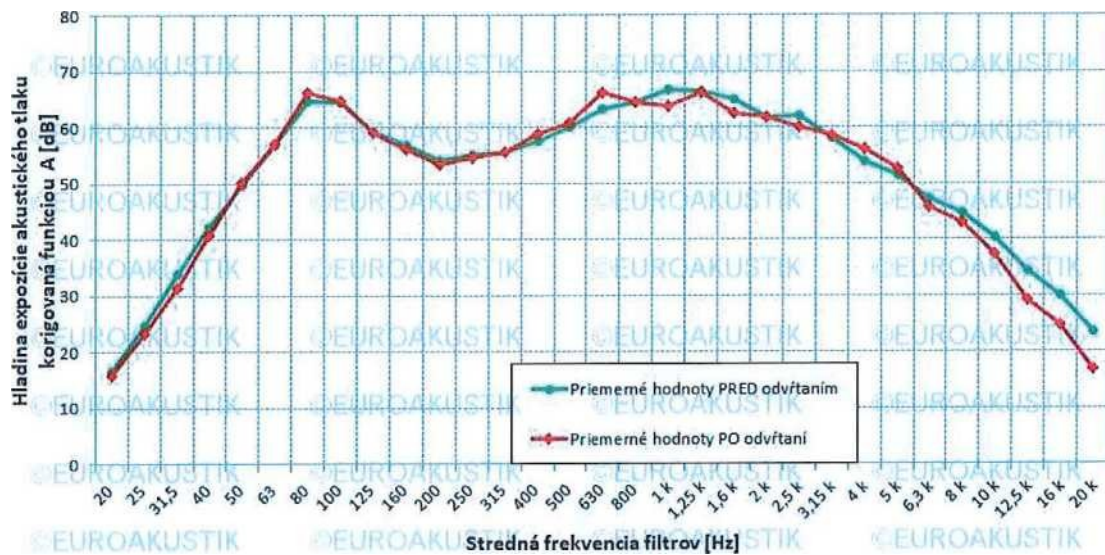
Obi\*. 10 Tretinovo-oktávová analýza hladiny expozície zrýchlenia vibrácií  $L_{f_aE}$  pri prejazde **nových električiek PRED a PO** odvrátní rektifikačných skrutiek, miesto merania A3

VIBRÁCIE - meracie miesto A3  
T3; T6A5 (staré) - SMER DÚBRAVKA - PRED a PO odvítaní



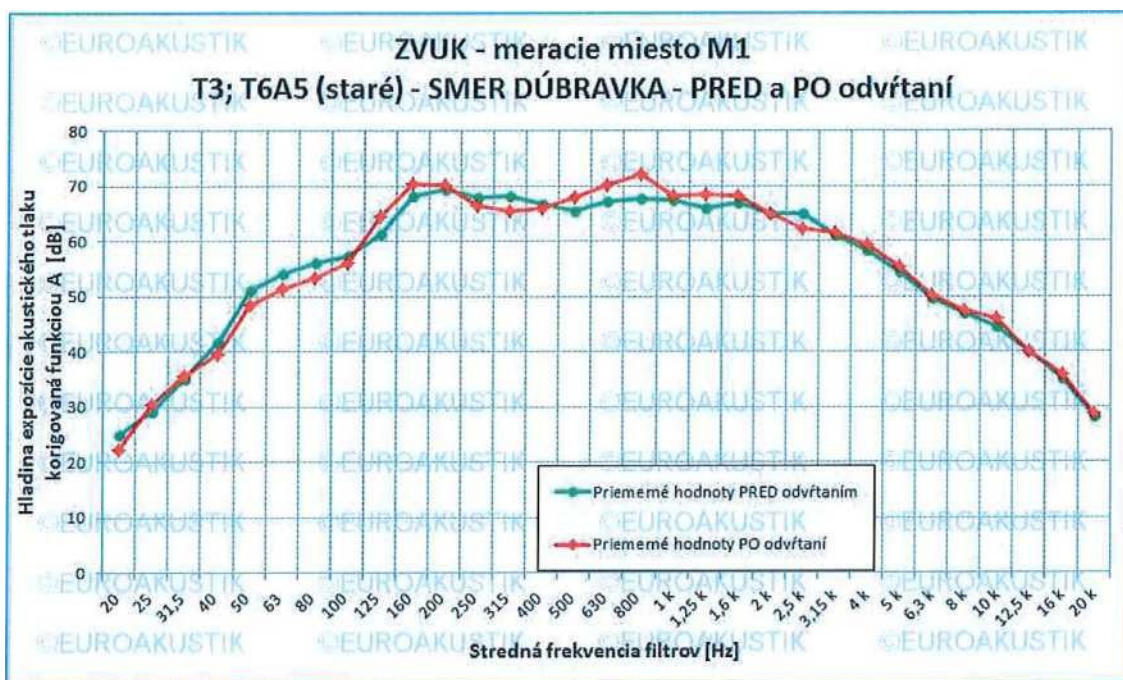
Obr. 11 Tretinovo-oktávová analýza hladiny expozície zrýchlenia vibrácií  $L_{f_n}$  pri prejazde **starých električiek PRED** a **PO** odvítaní rektifikačných skrutiek, miesto merania A3

ZVUK - meracie miesto M1  
30T; 29T (nové) - SMER DÚBRAVKA - PRED a PO odvítaní



Obr. 12 Tretinovo-oktávová analýza hladiny expozície akustického tlaku  $L_{f(A)E}$  pri prejazde **nových električiek PRED** a **PO** odvítaní rektifikačných skrutiek, miesto merania M1





Obr. 13 Tretinovo-oktávová analýza hladiny expozície akustického tlaku Lf(A)E pri prejazde **starých električiek PRED a PO** odvrtní rektifikačných skrutiek, miesto merania M1


Uvedené výsledky potvrdili predpoklad, že zvýšené hodnoty hladiny expozície akustického tlaku v tretinovo-oktávových pásmach so strednými frekvenciami 63 Hz, 80 Hz a 100 Hz (nízkofrekvenčný zvuk), pri prejazdoch nových električiek, súvisia s kmitaním nosnej dosky pevnej jazdnej dráhy.

Ako ukázali ďalšie analýzy, vlastná frekvencia nosnej dosky je „kvázi nezávislá“ od jej dĺžky. Závislá je od hrúbky (plošnej hmotnosti) a dynamickej tuhosti pružného uloženia. Dynamická tuhosť uloženia dosky je nepriamo úmerná sile budenia celého systému (v prípade prejazdov električiek, hmotnosti prechádzajúceho vozidla a čiastočne rýchlosti ich pohybu). Pri budení systému nižšou energiou sa pružná podložka (antivibračná rohož) javí ako tuhšia. To vysvetľuje aj skutočnosť, že pri prejazdoch starých typov električiek, ktoré majú nižšiu pohotovostnú hmotnosť, sa generuje zvukový signál pri vyšších frekvenciách (porovnanie obr. 12 a 13) a aj hodnoty zrýchlenia vibrácií nosnej dosky, sú vyššie pri vyšších frekvenciách (porovnanie obrázkov 6, 8, 10 a 12 s obrázkami 7, 9, 11 a 13).

Na základe vzťahov pre stanovenie vlastných frekvencií kmitania dominantných módov kmitania betónovej dosky uloženej na pružnej podložke ([4], [5], [7]), bol zostavený zjednodušený matematický model takejto dosky. Pomocou modelu bol urobený výpočet vlastných frekvencií pre identické rozmery betónovej dosky, aké má nosná doska na modernizovanom úseku ET a parametre „antivibračnej rohože“ použitej pod nosnou doskou. Pre overenie možnosti, či je možné zmenou dĺžky nosnej dosky zmeniť vlastné frekvencie kmitania jednotlivých módov, bol orientačný výpočet



urobený aj pre iné dĺžky nosnej dosky. Zjednodušené zobrazenie kmitania jednotlivých módov je na obrázku 14 a výsledky zo stanovenia vlastných frekvencií sú v tabuľke 2.

				
f (1 ;0;0)	f (2;0;0)	f(3;0;0)	f(4;0;0)	f(0;1 ;0)

Obr. 14 Schematické zobrazenie jednotlivých módov kmitania

Tabuľka 2 Vlastné frekvencia kmitania plošne pružne uloženej dosky s rôznou dĺžkou

Mód kmitania	Vlastné frekvencie kmitania [Hz] pre rôzne dĺžky L [m] dosky				
	L = 4	L = 6	L = 8	L = 12	L = 24
f (i;0;0)	79	60	49	41	34
f (2;0;0)	156	104	80	59	40
f (3;0;0)	262	159	116	76	49
f(4;0;0)	404	226	158	81	59
f(0;1;0)	101	89	86	83	76

Z výsledkov uvedených v tabuľke 2 je zrejmé, že frekvencia dominantného priečneho módu kmitania dosky, je v podstate nezávislá na jej dĺžke. Táto skutočnosť sa potvrdila aj reálnym meraním a frekvenčnou analýzou zrýchlenia vibrácií nosnej dosky pri jej rôznej dĺžke [3].

Počas prác na modernizácii ET DKR v úseku Tunel - Molecova, bola odstavená prevádzka na ET DKR. Táto skutočnosť umožnila zrealizovať overenie, či zmenou dĺžky nosnej dosky, je možné reálne dosiahnuť generovanie zvuku, v sledovanom frekvenčnom pásme, s nižšími amplitúdami akustického tlaku. Tento návrh bol realizovaný na základe predpokladov, že skrátením dĺžky nosnej dosky, sa zníži jej hmotnosť, a tým sa dosiahne „preladenie“ celého systému a zvukový signál generovaný kmitaním nosnej dosky bude vo frekvenčnom pásme, v ktorom bude maskovaný zvukovými signálmi z iných zdrojov zvuku prechádzajúceho vozidla. Tým sa eliminujú v generovanom zvukom signáli výrazné amplitúdy pri frekvenciách s nižšími hodnotami. Spektrum vyžarovaného zvuku pri prejazde nových typov električiek, bude mať spojitý a vyrovnaný charakter, bez výrazného zvýšenia amplitúd, podobne ako pri prejazdoch starých typov električiek, pričom sa predpokladalo, že celkové hodnoty sledovanej veličiny budú pri prejazdoch nových typov nižšie. Predpoklad, že skrátením dosiek sa dosiahne zníženie amplitúd akustického tlaku v nízkofrekvenčnej časti spektra, ktorých vyžarovania súvisí s kmitaním nosnej dosky, vychádzal zo skutočnosti, že vyžarovaný akustický výkon kmitajúcej, pružne uloženej rovinatej dosky, je priamo úmerný jej ploche ([5], [6], [7], [9]). Na základe teoretických predpokladov

a s ohľadom na výsledky získané výpočtom pomocou zjednodušeného matematického modelu (tabuľka 2), sa predpokladalo, že dominantné frekvencie pri, ktorých sa generuje zvukový signál v dôsledku kmitania nosnej dosky sa nezmenia. V dôsledku zmeny rozmerov dosky (jej plochy) sa znížia amplitúdy akustického tlaku, generovaného v dôsledku kmitania dosky o cca 4 - 6 dB (predpokladaný rozsah je v dôsledku zjednodušenia modelu). V správe [3] sú uvedené aj výsledky z merania parametrov generovania zvuku a vibrácií nosných dosiek, pri zmene ich geometrických rozmerov. Na obrázku 15 je zobrazená poloha merania generovaného zvuku pri prejazdoch električiek pri rôznej dĺžke nosnej dosky č. 309. V tabuľke 3 je uvedené súhrnné posúdenie zmeny dĺžky nosnej dosky, na zmenu amplitúdy generovaného akustického tlaku, pri dominantných frekvenciách, ktoré súvisia s kmitaním nosnej dosky.



Obr. 15 Poloha merania generovaného zvuku pri prejazdoch električiek pri rôznej dĺžke nosnej dosky č. 309

Tabuľka 3 Parametre popisujúce vyžarovanie nízkofrekvenčného zvuku pri prejazde nového typu električiek v mieste M1, vedľa dosky 309 (obr. 15)

Stav električkovej trate	Hladina expozície akustického tlaku $L_{f_{sIC}}$ [dB]				
	L50,E	1-63,E	LgO,E	Ll <sub>oo,E</sub>	L125,E
Pôvodný stav	77,9	80,3	83,9	80,8	73,1
Odvrtanie rektifikačných skrutiek	77,9	80,8	83,3	81,0	74,1
Skrátenie nosnej dosky *)	75,1	78,3	77,4	72,1	70,9

Vysvetlivky

$f_s$  - stredná frekvencia filtrov 1/3-oktávového pásma

\*) - s odstránením zemného substrátu s rozchodníkmi a vyplavovaného štrku + odstránenie hrdze prebrúsením plochy odvaľovania kola a skrátenie nosnej dosky na 6 m

## 4.0 Záver

V správe je uvedené zdôvodnenie generovania nízkofrekvenčného zvuku generovaného pri prejazde nových typov električiek po modernizovanom úseku električkovej trati Dúbravsko - Karloveskej radiály.

Na základe výsledkov uvedených v kapitole a 3.0 tejto správy, s ohľadom na údaje uvedené v správach [1], [2] a [3] je možné konštatovať, že generovanie amplitúd akustického tlaku s vyššími hodnotami, v tretinovo-oktávových pásmach so strednými frekvenciami 63 Hz, 80 Hz a 100 Hz (nízkofrekvenčný počuteľný zvuk), je spôsobené kmitaním nosnej dosky, ktorá je základným nosným prvkom pevnej jazdnej dráhy. Výsledky teoretických výpočtov, preukázali, že tento jav je spôsobený predovšetkým konštrukciou nosnej dosky, jej rozmermi, najmä šírkou a hrúbkou dosky. Výsledky výpočtov vlastných frekvencií potvrdili namerané výsledky pri rôznej dĺžke nosnej dosky.

Cieľom merania, ktorého výsledky sú uvedené v tejto správe, nebolo stanoviť príspevok z električkovej dopravy na hlukovú záťaž spôsobovanú pozemnou dopravou, v okolí električkovej trate Dúbravsko - Karloveskej radiály a hodnotiť hlukovú záťaž z pozemnej dopravy v dotknutých vonkajších chránených priestoroch v zmysle legislatívy zaoberajúcou sa ochranou podporou verejného zdravia, resp. vykonávacieho predpisu zaoberajúcim sa objektivizáciou a hodnotením hluku vo vonkajšom prostredí [10]. Hodnoty sledovaných parametrov, uvedené v tejto správe, ktorými sa popisujú zvukové udalosti spôsobované prejazdom električiek po sledovaných úsekoch električkovej trate Dúbravsko - Karloveskej radiály, nie sú a nemôžu byť použité, na porovnanie s prípustnými hodnotami určujúcej veličiny, stanovenej na hodnotenie hluku z pozemnej dopravy, v súlade s legislatívnym predpisom [10]. Pre takýto účel, sa merania pre objektivizáciu a hodnotenie hlukovej záťaže vykonávajú iným spôsobom.

xxxxx, december 2020

íng. Milan Kamenický, Ing. Peter Zaťko

## 5.0 Bibliografia

- [1] Správa ES-20-05/031-BA01 Vplyv modernizácie električkovej trate Dúbravsko - Karlovenskej radiály v Bratislave na jej akustické parametre; EURO AKUSTÍK, s.r.o. 2020
- [2] Správa ES-20-05/032-BA02 Vplyv odvrátenia rektifikačných skrutiek na modernizovanom úseku električkovej trate Dúbravsko - Karlovenskej radiály v Bratislave na jej akustické parametre; EURO AKUSTÍK, s.r.o. 2020
- [3] Správa ES-20-08/039-DP01 Vplyv úpravy nosnej dosky a koľajníc na modernizovanom úseku električkovej trate Dúbravsko - Karlovenskej radiály v Bratislave na jej vibro-akustické parametre; EUROAKUSTIK, s.r.o. 2020
- [4] Thomson, D.: Railway Noise and Vibration: Mechanisms, Modelling and Means of Control, Elsevier 2009, ISBN-13: 978-0-08-045147-3
- [5] Nemeč, J.; Randsorf, J.; Šnédrie, M.: Hluk a jeho snižování v technické praxi, SNTL 1970
- [6] Müller, G.; Môser, M.: Taschenbuch der Technischen Akustik, Springer 2004, ISBN 3 -540-41242-5
- [7] Cremer, L.; Heckl, M.: Kôperschall, Springer 2010, ISBN 978-3-540-49048-7
- [8] Vrettos, Christos; Korndadt, Oliver und And.: Prognose des strukturinduzierten sekundären Luftschalls aus Schienenverkelir; Frauenliofer IRB Verlag 2018, ISBN 978-3-7388-0192-7
- [9] Beranek, L.L.: Noise and Vibration Control; McGraw-Hill Book Company 1971; SBN 07-004841-X
- [10] Vyhláška MZ SR č. 549/2007 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií, v platnom znení.

