



# **Měření útlumu hluku s vyhodnocením zkušebního provozu na zřízení NPC podél TT Místecká**

## **Závěrečná zpráva**

### **Objednatel**

**Dopravní podnik Ostrava a.s..**

Poděbradova 494/2,  
702 00 Ostrava,  
Moravská Ostrava

### **Zhotovitel**

**VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební**

**Katedra prostředí staveb a TZB**

Ludvíka Podéště 1875/17  
708 33 Ostrava - Poruba

doc. Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.  
vedoucí katedry

prof. Ing. Radim Čajka, CSc.  
děkan fakulty

Srpen 2018

## Obsah

<b>1 VŠEOBECNĚ .....</b>	<b>3</b>
1.1 Předmět zkoušky .....	3
1.2 Objednatel .....	3
1.3 Zhotovitel .....	3
1.4 Měření provedli .....	3
1.5 Zpracovatel zprávy .....	3
<b>2 PODKLADY.....</b>	<b>3</b>
2.1 Identifikace metody zkoušky.....	3
2.2 Další podklady .....	3
<b>3 POPIS ZKOUŠKY .....</b>	<b>3</b>
3.1 Popis předmětu zkoušky .....	3
3.2 Cíl zkoušky .....	4
3.3 Údaje o provedení zkoušky .....	4
3.4 Metodika měření .....	4
3.5 Měřené veličiny.....	4
<b>4 ZKUŠEBNÍ ZAŘÍZENÍ .....</b>	<b>4</b>
<b>5 POSTUP ZKOUŠKY .....</b>	<b>5</b>
5.1 Popis místa zkoušky.....	5
5.2 Popis měřicího stanoviště.....	6
5.3 Popis průběhu zkoušky .....	7
5.4 Meteorologické údaje .....	7
5.5 Výsledky zkoušky .....	7
<b>6 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ ZKOUŠKY .....</b>	<b>8</b>
6.1 Výsledky měření .....	8
6.2 Vyhodnocení měření .....	10
<b>7 ZÁVĚR .....</b>	<b>13</b>
<b>PŘÍLOHY</b>	

## 1 VŠEOBECNĚ

- 1.1 Předmět zkoušky:** Měření útlumu hluku s vyhodnocením zkušebního provozu na zřízení NPC (nízké protihlukové clony) podél tramvajové trati Místecká.
- 1.2 Objednatel:** Dopravní podnik Ostrava a.s., Poděbradova 494/2, 708 00 Ostrava, Moravská Ostrava, IČ: 61974757, DIČ: CZ61974757
- 1.3 Zhotovitel:** VŠB TU Ostrava, Fakulta stavební, L. Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava-Poruba, IČ: 61989100, DIČ: CZ61989100
- 1.4 Měření provedli:** doc. Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D., Ing. Nad'a Zdražilová  
Ing. Michal Weisz, Ph.D., CPIT – AVM Vision VŠB-TU Ostrava
- 1.5 Zpracovatel zprávy:** doc. Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.

## 2 PODKLADY

### 2.1 Identifikace metody zkoušky

- [1] ČSN EN ISO 3095 Akustika – Železniční aplikace – Měření hluku vyzařovaného kolejovými vozidly. Březen 2014, 49 stran.
- [2] ČSN ISO 1996-1 Akustika – Akustika - Popis, měření a hodnocení hluku prostředí - Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení. 1.3. 2017, 48 stran.
- [3] ČSN ISO 1996-2 Akustika – Popis, měření a posuzování hluku prostředí – Část 2: Určování hladin hluku prostředí. 1.9. 2009, 40 stran.
- [4] Metodický návod MZ ČR, č.j. HEM-300-11.12.01-34065 (ze dne 11.12. 2001) metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí.

### 2.2 Další podklady

- [5] Výkresová dokumentace projektu DSP: „Zřízení zkušebního úseku protihlukové clony tramvajové trati u zastávky Moravská“. Zodp. projektant: Ing. Eva Hudečková, Proskovická 664/65, 700 30 Ostrava-Výškovice. Datum: 04/2017.

## 3 POPIS ZKOUŠKY

### 3.1 Popis předmětu zkoušky

Předmětem zkoušky bylo provedení porovnávacího měření hluku v jednom řezu na dvou měřicích stanovištích ve dvou vzdálenostech po jedné straně tramvajové trati pro ověření účinnosti nízké protihlukové clony.

Nízké protihlukové clony (NPC) SILENT slouží ke snížení šíření hluku z prostoru tramvajových tratí. Dodavatelem výrobku je společnost ŽPSV, a.s., Třebízského 207, 687 24 Uherský Ostroh. NPC je složena z dílců, které se pokládají co nejtěsněji ke stanovenému průjezdnému průřezu. Z hlediska materiálové skladby clony se jedná se o železobetonový prefabrikát, který je na straně přilehlé ke koleji opatřen pohltivou vrstvou z mezerovitého betonu. Dílce se kladou na zhutněný vyrovnaný podsyp nebo zhutněný podkladní beton, styčná spára mezi dílci je utěsněna pryžovým profilem. Vzájemná poloha dílců je fixována zapuštěnými pryžovými čepy v horní/dolní části dílců. Každý dílec je opatřen závitovými pouzdry (úchyty) pro manipulaci při montáži.

### 3.2 Cíl zkoušky

Cílem zkoušky bylo provedení porovnávacího měření hlukových emisí tramvají během čtyř měřicích kampaní za účelem ověření účinnosti nízké protihlukové clony (NPC) typu SILENT.

### 3.3 Údaje o provedení zkoušky

Místo provádění zkoušky:	Zkušební úsek tramvajové trati podél ulice Místecká v blízkosti tramvajové zastávky Moravská směrem do Ostravy – Hrabůvky.	
Datum prováděných měření:	12. červenec 2017	(před instalací NPC),
	20. říjen 2017	(po instalaci NPC),
	14. duben 2018	(po instalaci NPC),
	27. červenec 2018	(po instalaci NPC).

### 3.4 Metodika měření

Měření bylo provedeno na základě metodiky popsané v normě ČSN EN ISO 3095 Akustika – Železniční aplikace – Měření hluku vyzařovaného kolejovými vozidly [1].

Vzhledem k tomu, že se jednalo o porovnávací měření hluku za účelem ověření účinnosti nízké protihlukové clony na zkušební úseku tramvajové tratě, bylo umístění měřicích mikrofonů zvoleno pouze na jedné straně trati, ve dvou vzdálenostech od osy koleje 7,5 m a 15,0 m. Vzdálenost 15 m není předepsána v normativním dokumentu [1] a byla zvolena z důvodu ověření vlivu vzdálenosti na pokles hladiny akustického tlaku zvuku od tramvajové dopravy.

Porovnávací měření bylo provedeno během čtyř měřicích kampaní. První kampaň byla řešena před instalací nízké protihlukové stěny, další tři kampaně byly řešeny po instalaci NPC, průběžně v jednotlivých ročních obdobích roku 2017 – 2018 (podzim, jaro, léto).

### 3.5 Měřené veličiny

Základní měřenou a hodnocenou akustickou veličinou byla ekvivalentní vážená hladina akustického tlaku A, která je dána vztahem [1]:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left( \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right) \text{ dB},$$

kde je:

$L_{Aeq,T}$  ekvivalentní vážená hladina akustického tlaku A v dB;

$T$  časový interval měření v s;

$p_A(t)$  okamžitý vážený akustický tlak v Pa;

$p_0(t)$  referenční akustický tlak v Pa;  $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ .

Energeticky střední hodnota vždy z 5 naměřených hodnot průjezdů referenční tramvaje v daném směru byla vypočtena podle vztahu:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left( \frac{\sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i}}{n} \right) \text{ dB}.$$

## 4 ZKUŠEBNÍ ZAŘÍZENÍ

Při měření byly použity následující přístroje a zařízení Fakulty stavební VŠB-TU Ostrava:

- a) Zvukoměr – spektrální analyzátor Brüel & Kjaer, typ 2260, výrobní číslo 2324385, ověřený Českým metrologickým institutem, číslo ověření 6035-OL-Z0048-17 ze dne 12.6. 2017.
- b) Měřicí mikrofon - Brüel & Kjaer, typ 4189, výrobní číslo 2330695, ověřený Českým metrologickým institutem, číslo ověření 6035-OL-M0035-17 ze dne 5.6. 2017.
- c) Akustický kalibrátor - Brüel & Kjaer, typ 4231, výrobní číslo 2313826, ověřený Českým metrologickým institutem, číslo ověření 6035-KL-K0021-17 ze dne 6.6. 2017.
- d) Datalogger ALMEMO 2690-8, výrobní číslo H10110173, kalibrační list č. 0725F-17, datum kalibrace: 1.2. 2017.
- e) Digitální čidlo relativní vlhkosti a teploty ALMEMO FHAD462, kalibrační list č. 0723F-17, datum kalibrace: 1.2. 2017.
- f) Vrtulový anemometr ALMEMO FVAD15-SMA1, výrobní číslo:

Dále byly při měření použity přístroje, hardware a software CPIT – AVM Vision VŠB-TU Ostrava:

- g) Mikrofony: B&K - Type 4189-A-021, prepolarizovaný mikrofon pro měření ve volném poli, rozměrová řada 1/2", jmenovitá citlivost 50 mV/Pa, S/N 2621983.
- h) Zvukoměr: B&K - Type 2232, S/N 1913942.
- i) Analyzátor: B&K - Type 3560C, univerzální vysokorychlostní analyzátor, 4/2 kanálový modul: B&K - Type 3109, modul síťového rozhraní: B&K - Type 7533, S/N 2348762.
- j) Kalibrátor: B&K - Type 4231, hladina akustického tlaku (1000Hz) 94 dB + 20 dB S/N 1859532.
- k) Mikrofonní stojany: Mannfroto 307B, 2 kusy.

Použitý hardware a software:

- Notebook Fujitsu Siemens, procesor Intel centrino duo, 2048 MB RAM.
- B&K PULSE v.12.0.0, Pulse LabShop.
- MS Office 2007

Použité analýzy a jejich nastavení:

- CPB analýza (analýza s konstantní šířkou pásma) – (100Hz - 2000Hz),
- Šířka pásma – 1/3 Oktávy,
- Střední kmitočet dolního hraničního pásma – 100Hz,
- Střední kmitočet horního hraničního pásma – 2000Hz,
- Doba průměrování – 30 s,
- Typ průměrování – lineární.

## 5 POSTUP ZKOUŠKY

### 5.1 Popis místa zkoušky

Měření hluku z tramvajové dopravy bylo provedeno ve dvou definovaných měřicích bodech umístěných v ose zkušební úseku tramvajové trati. Zkušební úsek byl zvolen podél ulice Místecká v blízkosti tramvajové zastávky Moravská směrem do Ostravy - Hrabůvky v celkové délce 70 m. Podél tramvajové trati byly umístěny dvě nízké protihlukové clony (NPC) SILENT. Jedna NPC byla umístěna vně tramvajového pásu, druhá NPC byla umístěna uvnitř tramvajového pásu (Obr. 1).



Obr. 1 Aplikace NPC na zkušebním úseku podél ul. Místecká

## 5.2 Popis měřicího stanoviště

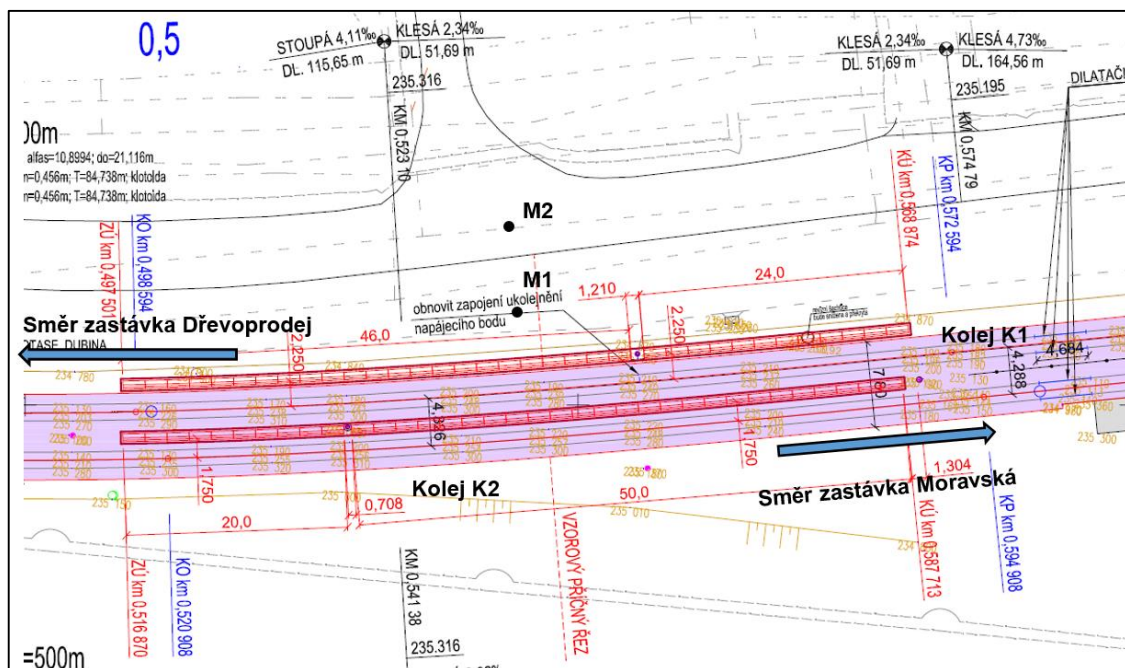
Měření hluku bylo ve všech čtyřech měřících kampaních prováděno v ose zkušebního úseku tramvajové trati na dvou měřících stanovištích. Obě měřící stanoviště byly umístěny na straně koleje K1, po níž jezdí tramvaje směrem do městské části Ostrava – Hrabůvka, Dubina.

**Měřící místo M1** – bylo umístěno v ose zkušebního úseku tramvajové trati, ve vzdálenosti 7,5 m od osy koleje (Kolej 1), po níž jezdí tramvaje směrem do městské části Ostrava – Hrabůvka (směr zastávka Dřevoprodej). Mikrofon byl umístěn ve výšce 1,2 m nad terénem.

**Měřící místo M2** - bylo umístěno v ose zkušebního úseku tramvajové trati, ve vzdálenosti 15 m od osy koleje (Kolej 1), po níž jezdí tramvaje směrem do městské části Ostrava – Hrabůvka (směr zastávka Dřevoprodej). Mikrofon byl umístěn ve výšce 1,2 m nad terénem.

Vzdálenost 15 m byla zvolena pouze z důvodu ověření vlivu vzdálenosti na pokles hladiny akustického tlaku zvuku. Měření v této vzdálenosti není předepsáno normou [1].

Schéma rozmístění měřících mikrofónů a umístění nízkých protihlukových clon je znázorněno na Obr. 2.



Obr. 2 Schéma umístění měřících mikrofónů a NPC [5]

### 5.3 Popis měřeného zdroje hluku

Zdrojem měřeného hluku byly v době zkoušky všech čtyř měřících kampaní dvě referenční tramvaje typu VARIOLFS, které projížděly zkušební úsek tramvajové trati, každá v jednom směru (směr zastávka Dřevoprodej, Dubina a směr zastávka Moravská, Centrum, Přívoz). Rychlost obou vozidel byla 60 km/h a byla řízena a deklarována řidiči referenčních vozidel a zástupcem DPO.

### 5.4 Popis průběhu zkoušky

Měření proběhlo ve čtyřech měřících kampaních. První měření (12.7. 2017) zahrnovalo stav zkušebního úseku bez instalace NPC, další tři měřící kampaně proběhly po instalaci NPC, průběžně v jednotlivých ročních obdobích roku 2017 – 2018 (podzim, jaro, léto).

Každá měřící kampaň zahrnovala měření ekvivalentních vážených hladin akustického tlaku  $A_{Leq,T}$  [dB] pro 3 stavy zdrojů hluku:

- průjezd referenční tramvaje po koleji K1 (směr zastávka Dřevoprodej),
- průjezd referenční tramvaje po koleji K2 (směr zastávka Moravská),
- souběžný průjezd obou referenčních tramvajů po koleji K1 a K2 v obou směrech.

Pro každý stav se měření provádělo pro dvě měřící místa ve dvou různých vzdálenostech mikrofónu od osy koleje K1: M1 ve vzdálenosti 7,5 m, M2 ve vzdálenosti 15 metrů. Každé měření se 5 x opakovalo.

Měření probíhalo ve všech kampaních vždy v noci, v době mezi 24,00 a 2,30 hodinou s výpisem hodnoty  $L_{Aeq}$  po každém průjezdu tramvaje zkušebním úsekem (čas průjezdu 6 s).

Hladina hluku pozadí ovlivněná automobilovou dopravou po ul. Místecké byla během zkoušky zaznamenávána vždy na počátku a na konci měření.

### 5.5 Meteorologické údaje

Meteorologické podmínky během měření jsou pro všechny 4 měřící kampaně uvedeny v následující tabulce 1. Při prvním měření bylo počasí jasné, vítr slabý proměnlivý. Při druhém měření bylo zataženo, vítr slabý proměnlivý. Během třetí a čtvrté měřící kampaně byla jasná obloha, vítr slabý až bezvětří.



Tab. 1 Meteorologické podmínky měření

Datum	Čas [h]	Teplota vzduchu [°C]	Vlhkost vzduchu [%]	Rychlost větru [m/s]
12.7. 2017	00:11:18	16,0	91,9	0,0
	01:01:18	15,7	92,8	0,1
	02:01:18	16,0	91,6	0,7
	02:31:18	15,9	91,8	0,8
20.10. 2017	00:11:23	8,9	90,5	0,1
	02:25:13	8,2	94,2	0,2
14.4. 2018	00:28:00	14,5	48,0	2,2
	00:58:00	14,2	50,0	0,0
	01:27:00	13,7	53,0	0,0
27.7. 2018	00:04:35	20,5	82,0	0,1
	00:24:35	19,8	84,7	0,6
	00:44:35	19,0	87,9	0,0
	01:04:35	18,7	89,4	0,0
	01:18:38	18,7	89,8	0,0

## 6 Výsledky zkoušky

### 6.1 Výsledky měření

V následující tabulce 2 jsou uvedeny průměrné - energeticky střední hodnoty naměřených a výsledných hodnot ekvivalentních vážených hladin akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  [dB] pro jednotlivé průjezdy referenčních tramvají, pro všechny čtyři měřicí kampaně. Výsledná ekvivalentní vážená hladina akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  [dB] zahrnuje korekci na hluk pozadí a nejistotu měření. Podrobné výsledky měření jsou uvedeny v Příloze 1.

Měřicí kampaně probíhaly ve dnech:

12. červenec 2017	(před instalací NPC),
20. říjen 2017	(po instalaci NPC),
14. duben 2018	(po instalaci NPC),
27. červenec 2018	(po instalaci NPC).

#### Korekce na hluk pozadí

Na základě čl. 5.4.5 Metodického návodu pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí, č.j. HEM-300-11.12.011-34065 [4], byly stanoveny korekce na hluk pozadí  $K$  [dB], které byly odečteny od naměřených ekvivalentních vážených hladin akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  [dB] (Tab. 2).

#### Nejistota měření

Rozšířená nejistota měření  $U_{AB}$  byla stanovena podle tabulky D1 (Metodického návodu pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí, č.j. HEM-300-11.12.011-34065, [4]). Pro zvukoměr třídy 1 platí pro exteriér a pro odstup od hluku pozadí mezi 4 - 10 dB rozšířená nejistota  $U_{AB} = 1,8$  dB, pro odstup od hluku pozadí více než 10 dB platí rozšířená nejistota  $U_{AB} = 1,3$  dB (Tab. 2).



Tab. 2 Naměřené a vypočtené hodnoty ekvivalentních vážených hladin akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  [dB]

Datum	Měřicí místo, vzdálenost od osy koleje K1 [m]	Zdroj hluku	Naměřené hodnoty $L_{Aeq,T}$ [dB]	Hladina hluku pozadí [dB]	Korekce na hluk pozadí $K$ [dB]	Nejistota měření [dB]	Výsledná $L_{Aeq,T}$ [dB]
12. 7. 2017 před instalací NPC	M1 7,5	Kolej K1	80,3	57,4	0,0	1,3	80,3±1,3
		Kolej K2	74,4		0,0	1,3	74,4±1,3
		Kolej K1+K2	79,9		0,0	1,3	79,9±1,3
	M2 15,0	Kolej K1	71,2		0,2	1,3	71,0±1,3
		Kolej K2	66,9		0,5	1,8	66,4±1,8
		Kolej K1+K2	72,3		0,1	1,3	72,2±1,3
20. 10. 2017 po instalaci NPC	M1 7,5	Kolej K1	69,2	49,6	0,0	1,3	69,2±1,3
		Kolej K2	63,3		0,2	1,3	63,1±1,3
		Kolej K1+K2	69,5		0,0	1,3	69,5±1,3
	M2 15,0	Kolej K1	63,4		0,2	1,3	63,2±1,3
		Kolej K2	59,5		0,5	1,8	59,0±1,8
		Kolej K1+K2	64,8		0,0	1,3	64,8±1,3
14. 4. 2018 po instalaci NPC	M1 7,5	Kolej K1	64,3	55,7	0,7	1,8	63,6±1,8
		Kolej K2	61,1		1,4	1,8	59,7±1,8
		Kolej K1+K2	65,8		0,5	1,8	65,3±1,8
	M2 15,0	Kolej K1	60,6		1,7	1,8	58,9±1,8
		Kolej K2	59,9		2,0	1,8	57,9±1,8
		Kolej K1+K2	62,7		1,0	1,8	61,7±1,8
27. 7. 2018 po instalaci NPC	M1 7,5	Kolej K1	66,1	49,2	0,0	1,3	66,1±1,3
		Kolej K2	62,0		0,2	1,3	61,8±1,3
		Kolej K1+K2	67,1		0,0	1,3	67,1±1,3
	M2 15,0	Kolej K1	62,0		0,2	1,3	61,8±1,3
		Kolej K2	59,2		0,5	1,8	58,7±1,8
		Kolej K1+K2	63,1		0,2	1,3	62,9±1,3

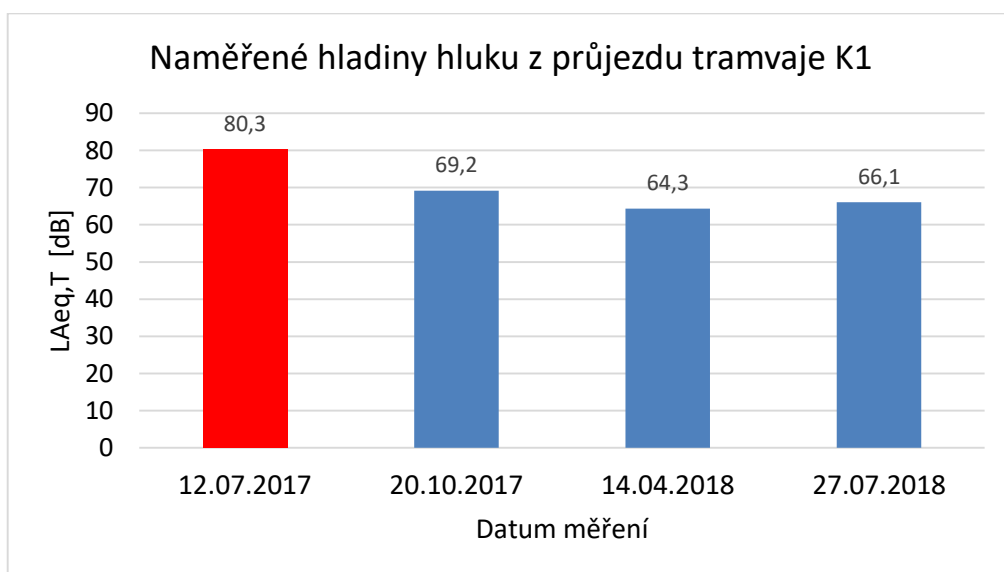
## 6.2 Vyhodnocení měření

### A) Vliv nízké protihlukové clony (NPC) na útlum hluku z tramvajové dopravy

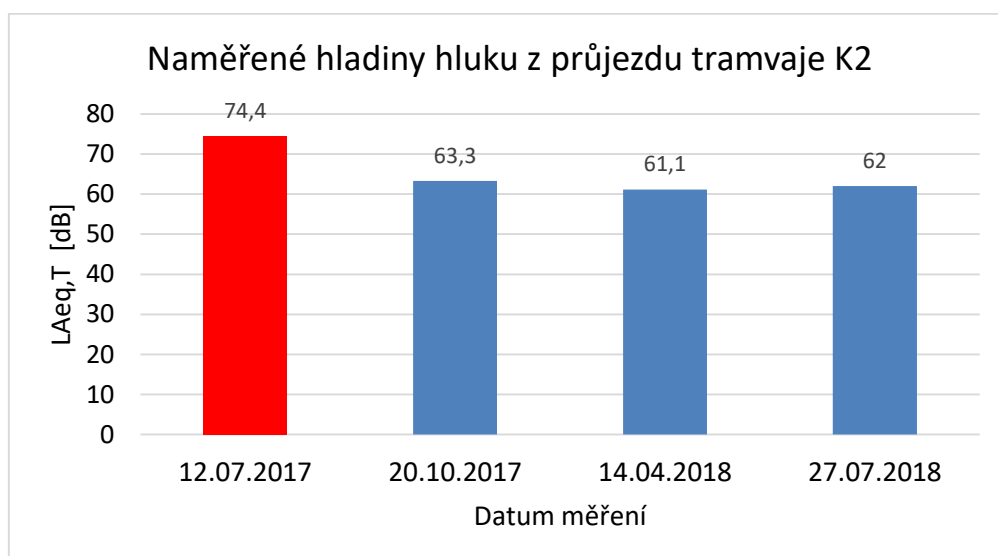
Z naměřených hodnot ekvivalentních vážených hladin akustického tlaku  $A L_{Aeq,T}$  [dB] uvedených v Tab. 2 vyplývá, že po instalaci NPC došlo k útlumům hluku v měřicím místě M1 (ve vzdálenosti 7,5 m od osy koleje K1) pro průjezdy jednotlivých referenčních tramvají ve všech měřicích kampaních následovně:

- K1 – útlum hluku v rozmezí 11,1 – 16,0 dB (viz Graf 1),
- K2 – útlum hluku v rozmezí 11,1 – 13,3 dB (viz Graf 2)
- K1+K2 – útlum hluku v rozmezí 10,4 – 14,1 dB (viz Graf 3).

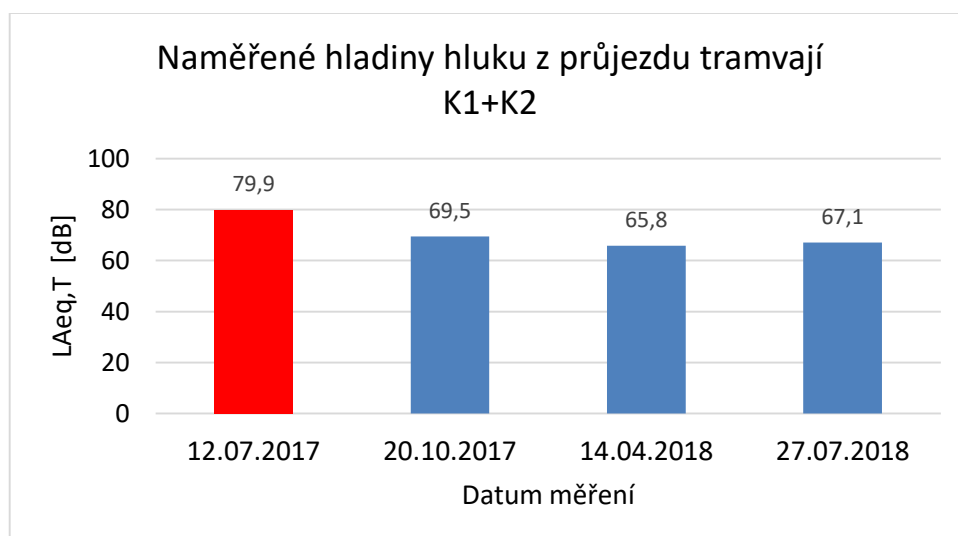
V Grafech 1 až 3 je červeně označen stav před instalací NPC, modře stav po instalaci NPC.



Graf 1 Naměřené hladiny hluku z průjezdu tramvaje po koleji K1 v měřicím místě M1



Graf 2 Naměřené hladiny hluku z průjezdu tramvaje po koleji K2 v měřicím místě M1

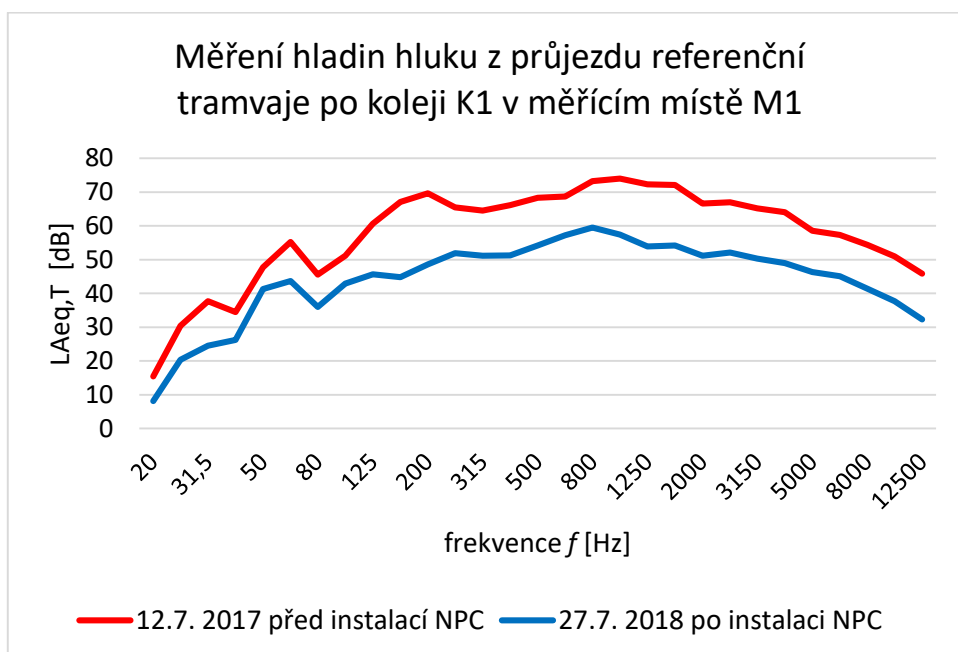


Graf 3 Naměřené hladiny hluku ze souběžného průjezdu tramvají po koleji K1+K2 v měřicím místě M1

Na rozptýlu hodnot útlumu hluku po instalaci NPC v jednotlivých měřicích kampaních může mít vliv roční období např. změnou pohltivosti prostředí vlivem vegetace (na podzim byl útlum zvuku nižší než v létě), změnou relativní vlhkosti vzduchu (nižší vlhkost vzduchu má vliv na vyšší pohltivost zvuku). Další vliv souvisel také se změnou měřicího dne v týdnu (místo čtvrtku pátek), který se projevil ve vyšší hladině hluku pozadí. A samozřejmě je nutné zohlednit i nejistotu měření. Vliv hladiny hluku pozadí a nejistoty měření je započítán do výsledné ekvivalentní vážené hladiny akustického tlaku  $A L_{Aeq,T}$  [dB] v Tab. 2.

#### **B) Vliv nízké protihlukové clony (NPC) na spektrální průběh hladin hluku z tramvajové dopravy**

Na Grafu 4 je znázorněn spektrální průběh ekvivalentních vážených hladin akustického tlaku  $A L_{Aeq,T}$  [dB] pro stav před instalací NPC a po instalaci NPC.

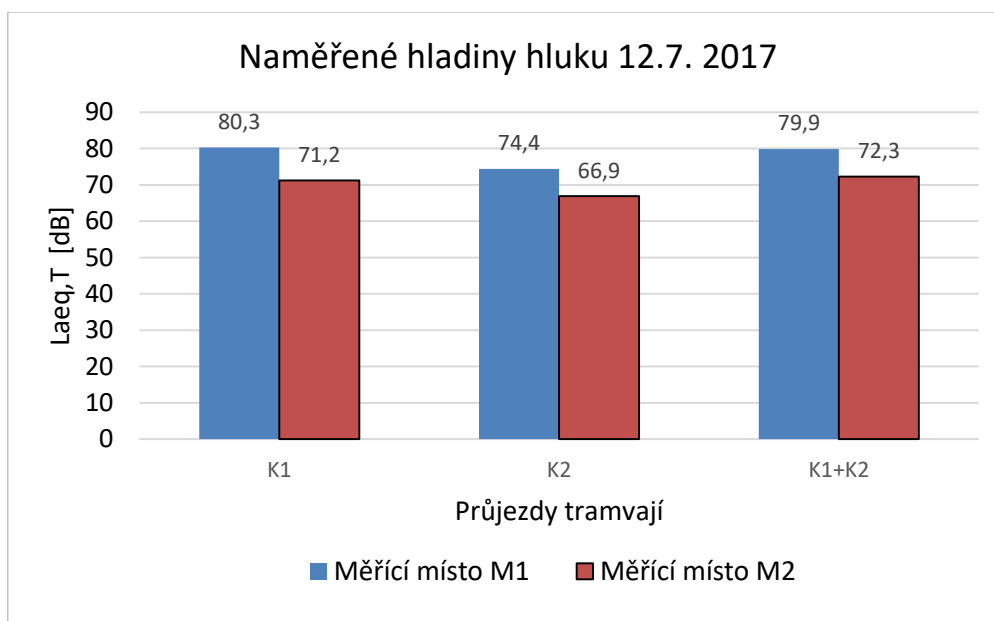


Graf 4 Spektrální průběh hladin hluku z průjezdu referenční tramvaje po koleji K1

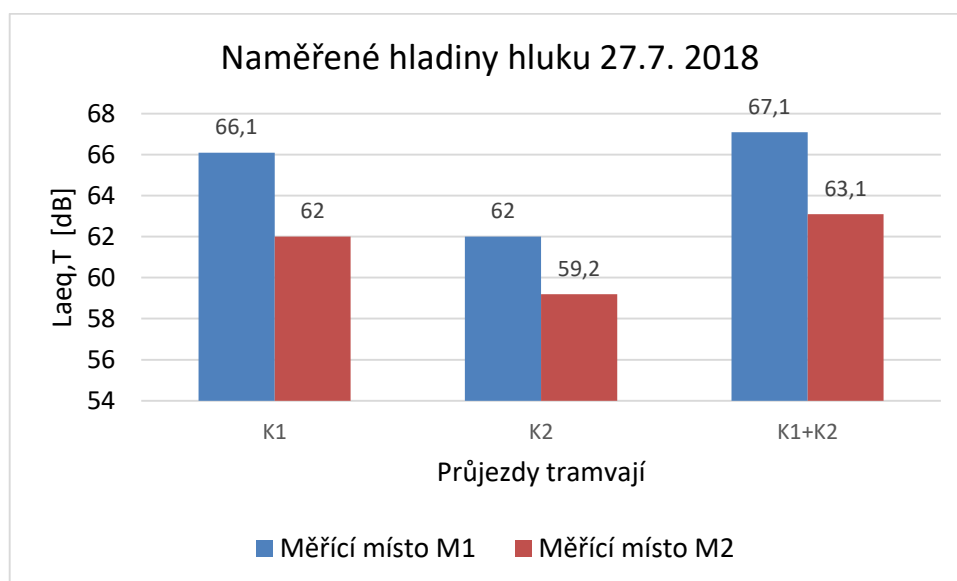
Z porovnání spektrálního průběhu hladin hluku před a po instalaci NPC je zřejmé, že útlum nízkou protihlukovou clonou se nejméně projeví v oblasti nízkých kmitočtů (ovlivněno vlnovou délkou zvuku). V oblasti středních kmitočtů (pro lidský sluch nejcitlivější) je útlum hluku nejvýraznější.

### C) Vliv vzdálenosti na útlum hluku z tramvajové dopravy

Měření ekvivalentních vážených hladin akustického tlaku  $A L_{Aeq,T}$  [dB] probíhalo na jedné straně trati, ve dvou měřících místech: M1 ve vzdálenosti od osy koleje K1 7,5 m, M2 ve vzdálenosti od osy koleje K1 15,0 m. Vzdálenost 15 m není předepsána v normativním dokumentu [1] a byla zvolena z důvodu ověření vlivu vzdálenosti na pokles hladiny hluku od tramvajové dopravy.



Graf 5 Vliv vzdálenosti na útlum hluku z tramvajové dopravy před instalací NPC



Graf 6 Vliv vzdálenosti na útlum hluku z tramvajové dopravy po instalaci NPC

Na Grafech 5 a 6 jsou porovnány hladiny hluku průjezdů tramvají pro jednotlivá měřicí místa a pro dvě měřicí kampaně (před instalací NPC a po instalaci NPC). Před instalací nízké protihlukové clony byly naměřeny při všech průjezdech vyšší útlumy hluku vlivem vzdálenosti od zdroje hluku. Poklesy hladin hluku nejsou pro jednotlivé průjezdy tramvají stejné, to souvisí s rozdílnými vzdálenostmi zdrojů hluku od místa měření:

- osa koleje K1 je vzdálena 7,5 m od místa M1 a 7,5 m od místa M2,
- osa koleje K2 je vzdálena 4,33 m od osy koleje K1, což znamená vzdálenost 11,83 m od místa M1 a 19,33 m od místa M2,
- osa mezi kolejemi K1 a K2 je vzdálena 2,16 m od osy koleje K1, což znamená vzdálenost 9,66 m od místa M1 a 17,16 m od místa M2.

Po instalaci NPC se vliv vzdálenosti na pokles hladiny hluku z tramvajové dopravy projevil nižšími rozdíly, zde je patrný vliv akustické clony při cestě šíření zvuku prostředím.

## 7 Závěr

Na základě provedených měření lze konstatovat, že navržená protihlukové opatření pomocí nízkých protihlukových clon (NPC) na zkušebním úseku tramvajové trati podél ul. Místecká, ovlivní snížení hluku z tramvajové dopravy při maximálním hlukovém zatížení (souběžném průjezdu dvou tramvají v obou směrech min. o 10 dB až max. o 14 dB.

## Přílohy

**Příloha 1** Naměřené hodnoty ekvivalentních vážených hladin akustického tlaku  $A L_{Aeq,T}$  [dB]  
pro čtyři měřící kampaně

**Příloha 1 Naměřené hodnoty ekvivalentních vážených hladin akustického tlaku  $L_{Aeq,T}$  [dB] pro čtyři měřicí kampaně**

Číslo měření	Datum měření 12.7. 2017 (před instalací NPC)	Datum měření 20.10. 2017 (po instalaci NPC)	Datum měření 14.4. 2018 (po instalaci NPC)	Datum měření 27.7. 2018 (po instalaci NPC)
	Kolej 1 (směr Dřevoprodej)	Kolej 1 (směr Dřevoprodej)	Kolej 1 (směr Dřevoprodej)	Kolej 1 (směr Dřevoprodej)
	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 7,5 m od osy koleje 1	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 7,5 m od osy koleje 1	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 7,5 m od osy koleje 1	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 7,5 m od osy koleje 1
1	81,3	69,8	64,2	65,9
2	80,7	69,3	64,1	66,8
3	79,4	68,5	64,7	65,7
4	80,0	68,9	64,5	66,0
5	79,7	69,3	64,2	66,3
Energ. průměr	<b>80,3</b>	<b>69,2</b>	<b>64,3</b>	<b>66,1</b>
Číslo měření	Datum měření 12.7. 2017	Datum měření 20.10. 2017	Datum měření 14.4. 2018	Datum měření 27.7. 2018
	Kolej 2 (směr Moravská)	Kolej 2 (směr Moravská)	Kolej 2 (směr Moravská)	Kolej 2 (směr Moravská)
	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 7,5 m od osy koleje 1	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 7,5 m od osy koleje 1	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 7,5 m od osy koleje 1	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 7,5 m od osy koleje 1
1	75,4	63,7	60,7	61,3
2	74,1	63,1	60,9	61,7
3	73,9	63,3	61,7	62,2
4	73,7	63,3	60,1	63,2
5	74,5	63,2	61,8	61,6
Energ. průměr	<b>74,4</b>	<b>63,3</b>	<b>61,1</b>	<b>62,0</b>



Číslo měření	Datum měření 12.7. 2017	Datum měření 20.10. 2017	Datum měření 14.4. 2018	Datum měření 27.7. 2018
	Kolej 1 + Kolej 2	Kolej 1 + Kolej 2	Kolej 1 + Kolej 2	Kolej 1 + Kolej 2
	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 7,5 m od osy Kolej 1	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 7,5 m od osy kolej 1	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 7,5 m od osy kolej 1	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 7,5 m od osy kolej 1
1	80,1	69,9	67,0	67,0
2	79,9	69,5	65,7	67,3
3	79,9	69,4	65,3	67,1
4	79,7	69,5	65,4	67,1
5	79,9	69,1	65,5	67,2
Energ. průměr	<b>79,9</b>	<b>69,5</b>	<b>65,8</b>	<b>67,1</b>
Číslo měření	Datum měření 12.7. 2017	Datum měření 20.10. 2017	Datum měření 14.4. 2018	Datum měření 27.7. 2018
	Kolej 1 (směr Dřevoprodej)	Kolej 1 (směr Dřevoprodej)	Kolej 1 (směr Dřevoprodej)	Kolej 1 (směr Dřevoprodej)
	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 15,0 m od osy Kolej 1	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 15,0 m od osy kolej 1	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 15,0 m od osy kolej 1	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 15,0 m od osy kolej 1
1	71,4	63,3	60,9	61,7
2	71,0	63,1	59,9	62,7
3	71,1	63,5	60,9	61,4
4	71,2	63,2	61,1	61,6
5	71,3	63,7	60,3	62,3
Energ. průměr	<b>71,2</b>	<b>63,4</b>	<b>60,6</b>	<b>62,0</b>

Číslo měření	Datum měření 12.7. 2017	Datum měření 20.10. 2017	Datum měření 14.4. 2018	Datum měření 27.7. 2018
	Kolej 2 (směr Moravská)	Kolej 2 (směr Moravská)	Kolej 2 (směr Moravská)	Kolej 2
	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 15,0 m od osy koleje 1	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 15,0 m od osy koleje 1	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 15,0 m od osy koleje 1	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 15,0 m od osy koleje 1
1	67,0	59,0	59,7	58,1
2	67,3	60,1	59,7	58,8
3	66,4	59,3	61,1	59,5
4	67,1	59,4	57,9	60,7
5	66,9	59,5	60,5	58,3
Energ. průměr	<b>66,9</b>	<b>59,5</b>	<b>59,9</b>	<b>59,2</b>
Číslo měření	Datum měření 12.7. 2017	Datum měření 20.10. 2017	Datum měření 14.4. 2018	Datum měření 27.7. 2018
	Kolej 1 + Kolej 2	Kolej 1 + Kolej 2	Kolej 1 + Kolej 2	Kolej 1 + Kolej 2
	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 15,0 m od osy Koleje 1	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 15,0 m od osy koleje 1	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 15,0 m od osy koleje 1	$L_{Aeq}$ [dB] ve vzdálenosti 15,0 m od osy koleje 1
1	72,1	63,9	64,7	63,0
2	72,5	64,9	62,3	62,8
3	72,6	64,8	62,1	63,1
4	72,3	64,8	61,9	63,3
5	72,2	65,3	62,0	63,3
Energ. průměr	<b>72,3</b>	<b>64,8</b>	<b>62,7</b>	<b>63,1</b>