

			ČÍSLO SOUPRAVY:
REVIZE Č.	DATUM	ZMĚNA	

Společnost SUDBR-SAGASTA pro DSP+PDPS+AD "Rekonstrukce ŽST Brno - Královo Pole"


Společník 1 (vedoucí společník):



**SUDOP BRNO, spol. s r.o.**  
**Kounicova 26**  
**611 36 Brno**

Společník 2

**SAGASTA, s.r.o.**  
**Novodvorská 1010/14**  
**142 00 Praha 4**

OBJEDNAVATEL:	Správa železnic, s.o., Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 Stavební správa východ (organizační jednotka)		tel. : +420 972 625 804 E-mail: sudop@sudop-brno.cz		
PROFESNÍ SKUPINA:	33 ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	VEDOUČÍ PROF. SKUPINY Mgr. Gabriela Růžičková	GENERÁLNÍ ŘEDITEL Ing. Kamil Chmela		
ODPOVĚDNÝ PROJ. ZAKÁZKY Ing. Kamil Chmela		ODPOVĚDNÝ PROJ. PS, SO Mgr. Gabriela Růžičková 	NAVRHL, VYPRACOVAL dle příloh	KONTROLOVAL dle příloh	
KRAJ: Jihomoravský		POVĚŘENÝ OÚ: Úřad m.č.m. Brna, Brno–Královo Pole		STUPEŇ: PDPS	
REKONSTRUKCE ŽST. BRNO - KRÁLOVO POLE				ZAK. ČÍSLO 20062-01-0721	ARCH. ČÍSLO 2021120001
				MĚŘITKO	POČET FORMÁTŮ
				DATUM: 06/2022	
Vibrace				ČÁST DOKUM. B.6	PŘÍLOHA B.6.4

Doplňující údaje:

0	03.2021	1.vydání	Ing. Cápál v.r.	Ing. Cápál v.r.	Mgr. Mrštný v.r.	Mgr. Gabriel v.r.
Rev.	Datum	Popis	Vypracoval	Kreslil/psal	Kontroloval	Schválil
Objednatel:  <b>SUDOP BRNO, spol. s r. o.</b> Kounicova 26 611 36 Brno 					Souprava:	
Zhotovitel:  <b>Ecological Consulting a. s.</b> Legionářská 1085/8, 779 00 Olomouc tel: 585 203 166 e-mail: zp@ecological.cz 						
Projekt:  <b>„Rekonstrukce žst. Brno – Královo Pole“</b>					Číslo projektu:	-
					VP (HIP):	-
					Stupeň:	-
KÚ: Jihomoravský		OU:			Datum:	03/2021
Obsah:  <b>Vibrace</b>					Archiv:	-
					Formát:	-
					Měřítko:	-
					Část:	-
					Příloha:	-

**Objednatel: SUDOP BRNO, spol. s r. o.**

Kounicova 26

611 36 Brno

**Zpracovatel: Ecological Consulting a. s.**

Legionářská 1085/8, 779 00 Olomouc

tel. 585 203 166

e-mail: [ecological@ecological.cz](mailto:ecological@ecological.cz), [www.ecological.cz](http://www.ecological.cz)



březen 2021

Ing. Jaromír Cápál

## **OBSAH:**

1	Úvod.....	3
2	Přehledná situace.....	4
3	Vstupní údaje .....	5
4	Negativní vlivy vibrací.....	8
5	Limitní hladiny vibrací .....	9
6	Vyhodnocení: .....	9
7	Použitá literatura a podklady .....	10
8	Seznam příloh .....	11

## Seznam použitých zkratk

Ex	Expresní vlak
GVD	Grafikon vlakové dopravy
Lv	Lokomotivní vlak
Mn	Manipulační nákladní vlak
Nex	Expresní nákladní vlak
NV	Nařízení vlády
Os	Osobní vlak
Pn	Průběžný nákladní vlak
R	Rychlík
Sp	Spěšný vlak
Sv	Soupravový vlak
TP	Technické podmínky
TK	Temeno koleje
V130, V <sub>k</sub>	Rychlostní profily
ŽST	železniční stanice

## 1 Úvod

Předkládaná studie je zpracována pro vyhodnocení vlivu vibrací generovaných stavbou „Rekonstrukce žst. Brno – Královo Pole“.

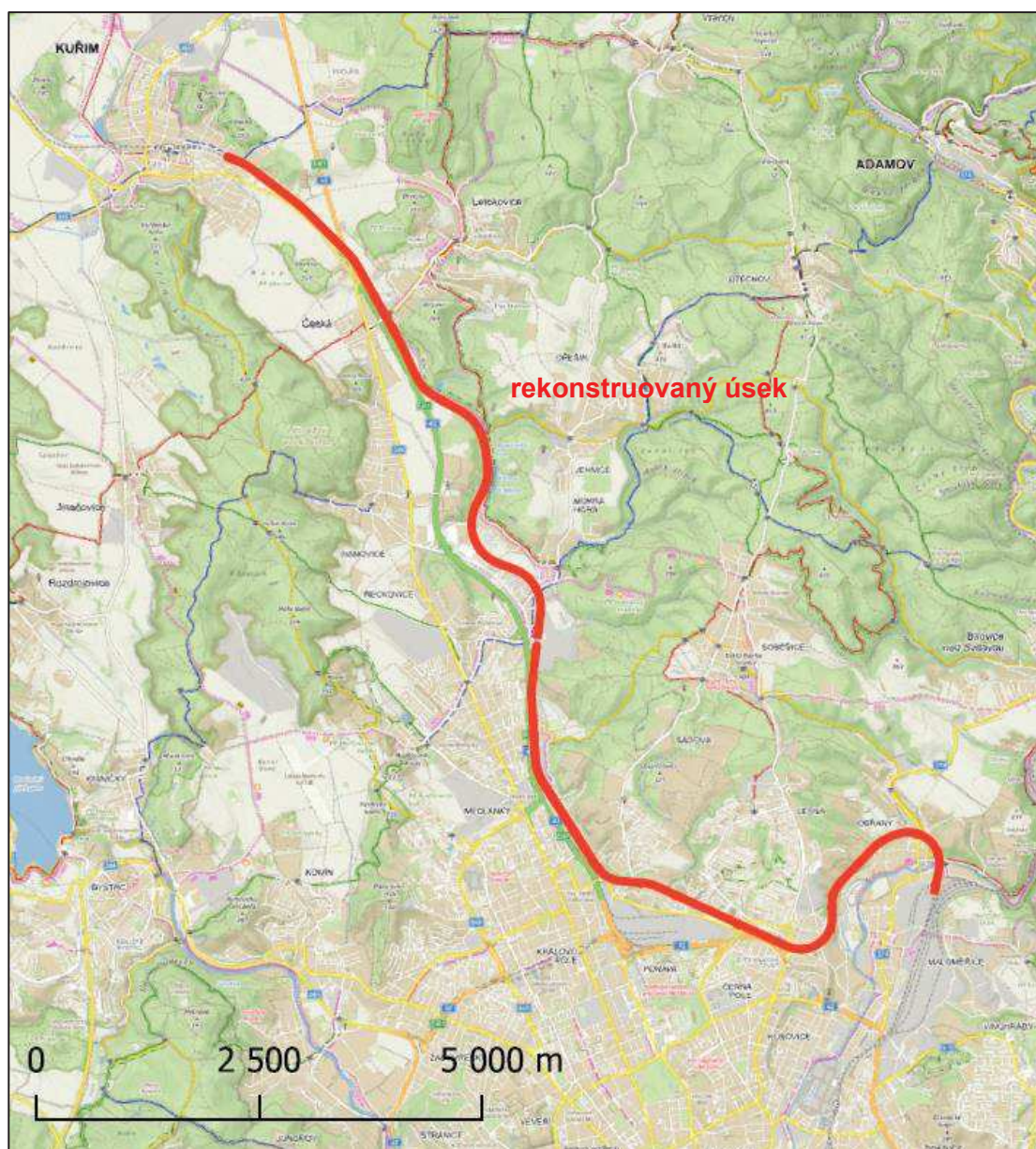
Navrhovaná rekonstrukce zohledňuje rekonstrukci jedné ze dvou kolejí a to koleje č. 1. Posuzovaný úsek rekonstruované koleje je na trati č. 250 Brno-Židenice – Havl. Brod v mezistaničních úsecích Brno Maloměřice – Brno–Královo Pole a navazující úsek Brno-Královo Pole – Kuřim (mimo). Má za cíl odstranit nevyhovující stavebně-technický stav železničního svršku a spodku, optimalizaci geometrických parametrů koleje a zvýšení traťové rychlosti. Záměr navazuje na předcházející rekonstrukci koleje č. 2.

Rekonstrukcí koleje a zařízení trati dojde ke zvýšení komfortu jízdy, zvýšení bezpečnosti železničního provozu, k výraznému snížení nároků na údržbu a opravy a zvýšení kultury cestování.

Přehledná situace je na *Obr. 1*.

## 2 PŘEHLEDNÁ SITUACE

„Rekonstrukce žst. Brno – Královo Pole“



Obr. 1 Situace řešeného úseku železniční tratě

### 3 VSTUPNÍ ÚDAJE

Pro tvorbu modelu byly použity veškeré dostupné podklady ať už v digitální nebo papírové podobě. Převážně byly využity materiály z připravované přípravné dokumentace dodané zadavatelem. Dále bylo použito veřejných mapových podkladů a údajů z katastru nemovitostí.

#### Intenzita vlakové dopravy

Intenzity vlakové dopravy byly dodány zpracovatelem dopravní technologie, které byly schváleny složkami Správy železnic s. o.

Tab. 1 Stávající intenzita dopravy 2020

Traťový úsek	Druh vlaku	Počet vlaků		
		den (06-22)	noc (22-06)	24 h
Maloměřice - Královo Pole	R, Sp	50	1	51
	Os, Sv	88	13	101
	Nex	6	3	9
	Pn	8	5	13
	Mn	1	1	2
	Lv	7	3	10
	<b>Celkem</b>	<b>160</b>	<b>26</b>	<b>186</b>
Královo Pole - Kuřim	R	20	0	20
	Os+Sv	86	13	99
	Nex	6	3	9
	Pn	8	5	13
	Mn	1	1	2
	Lv	4	1	5
	<b>Celkem</b>	<b>125</b>	<b>23</b>	<b>148</b>

Tab. 2 Intenzita dopravy pro výhledový stav – rok 2025

Traťový úsek	Druh vlaku	Počet vlaků		
		den (06-22)	noc (22-06)	24 h
Maloměřice - Královo Pole	R	28	4	32
	Sp	2	0	2
	Os	89	13	102
	Sv	0	0	0
	Nex	30	16	46
	Pn	7	7	14
	Mn	2	0	2
	<b>Celkem</b>	<b>158</b>	<b>40</b>	<b>198</b>
Královo Pole - Kuřim	R	28	4	32
	Sp	2	0	2
	Os	89	13	102
	Sv	0	0	0
	Nex	30	16	46
	Pn	7	7	14
	Mn	2	0	2
	<b>Celkem</b>	<b>158</b>	<b>40</b>	<b>198</b>

Tab. 3 Intenzita dopravy pro výhledový stav – rok 2030

Traťový úsek	Druh vlaku	Počet vlaků		
		den (06-22)	noc (22-06)	24 h
Maloměřice - Královo Pole	R	28	4	32
	Sp	2	0	2
	Os	145	17	162
	Sv	0	0	0
	Nex	30	16	46
	Pn	7	7	14
	Mn	2	0	2
	<b>Celkem</b>	<b>214</b>	<b>44</b>	<b>258</b>
Královo Pole - Kuřim	R	28	4	32
	Sp	2	0	2
	Os	89	13	102
	Sv	0	0	0
	Nex	30	16	46
	Pn	7	7	14
	Mn	2	0	2
	<b>Celkem</b>	<b>158</b>	<b>40</b>	<b>198</b>



Ve stávajícím stavu je nejvyšší traťová rychlost v úseku Maloměřice – Královo Pole 85 km/h. V úseku Královo Pole – Kuřim je rychlost 100 km/h.

Záměr navazuje na předcházející rekonstrukci koleje č. 2, kdy byl nahrazen stávající svršek – koleje tv. S49, upevňovadla ŽS 3, betonové pražce SB 6, PB 2. (V některých úsecích byla provedena rekonstrukce i koleje č. 1. - od tunelu po křížení s ul. Fryčajova a do tř. Gen. Píky po křížení s ul. Myslínova)

Nový svršek v rekonstruované koleji č. 1 bude z nového materiálu – kolejnice 60 E2 na betonových pražcích (B91 S/1) rozdělení „u“ s pružným bezpodkladnicovým upevněním se svěrkami Skl14 (upevnění W14). Nově zřizovaná kolej je realizována jako bezстыková. Ve výhledovém stavu je uvažováno s min. 50% zastoupením „tichých“ vozů nákladní dopravy.

Tab. 4 Nejvyšší rychlosti po dokončení rekonstrukce trati

úsek kilometráž trati	nejvyšší rychlost (km/h)	nejvyšší rychlost - V130 (km/h)
2,940 - 5,943	85	90
5,943 - 7,464	90	95
7,464 - 8,280	80	85
8,280 - 11,211	100	105
11,211 - 12,967	95	100
12,967 - 14,789	100	105
14,789 - 17,954	110	120

### Provedené měření vibrací

Pro doplnění podkladů a zpřesnění posouzení bylo provedeno přímé měření vibrací od provozu na železnici v místech:

- M1 – Zvonková 1, Brno – Lesná, parc.č. 333, k.ú. Lesná
- M2 – Okružní 9c, Brno – Lesná, parc.č. 1357/3, k.ú. Lesná

Podrobné výsledky měření jsou uvedeny v protokolu o zkoušce č. 21/14 (Ecological Consulting a. s. 2021)



## 4 NEGATIVNÍ VLIVY VIBRACÍ

Negativní vlivy vibrací, jakožto nízkofrekvenčního vlnění (cca 1-100 Hz), se mohou dotýkat jak stavebních objektů, tak otázek lidského zdraví, případně zvláště chráněných částí přírody. Působení vibrací bývá obecně nejvýraznější u budov stojících v bezprostřední blízkosti drážního tělesa, které ovlivňuje celkovou statiku staveb. V případě nesoudržného podloží však dochází k relativně rychlému útlumu hladiny zrychlení vibrací.

Hlavní Norma ČSN 73 0040 „Zatížení stavebních objektů technickou seizmicitou a jejich odezva“ udává limitní efektivní rychlosti vibrací. Limity jsou zde přitom rozděleny do různých skupin podle třídy „významu“ a třídy „odolnosti“ stavby. Pro vliv vibrací na lidské zdraví je často používána hodnota zrychlení vibrací. Zrychlení kmitavého pohybu je jako druhá derivace výchylky  $y$  a je dáno vztahem (1):

$$a = \frac{d^2 y}{dt^2} = -y_{\max} \omega^2 \sin(\omega t) \quad (1)$$

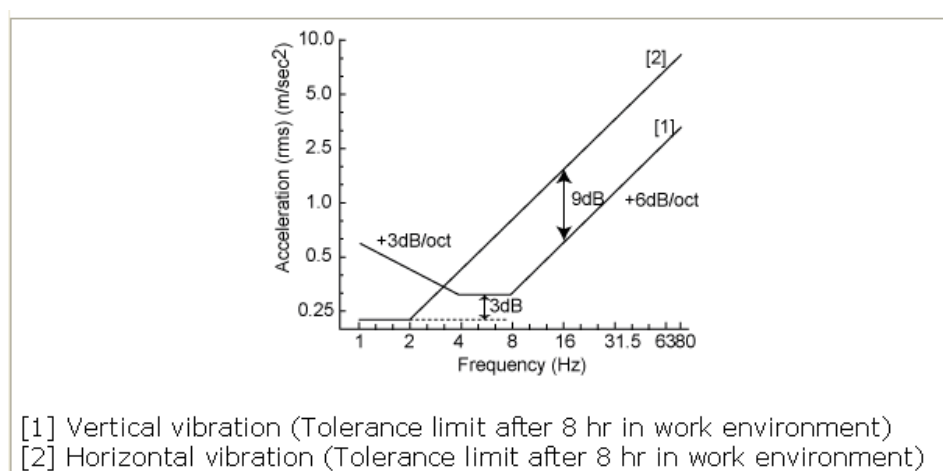
kde

$a$  ..... hodnota zrychlení  
 $y$  ..... výchylka  
 $t$  ..... čas  
 $\omega$  ..... úhlová rychlost

Častěji se používá vyjádření ve formě logaritmického poměru dle vztahu (2). Výsledkem je hladina zrychlení vibrací (při referenčním zrychlení  $a_0 = 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ).

$$L = 20 \log \frac{a}{a_0} \text{ [dB]} \quad (2)$$

Co se týče vlivu vibrací na lidské zdraví, toto je značně závislé (viz obrázek 2) na převažující frekvenci v daném spektru.



Obr. 2 Citlivostní křivky lidského vnímání vibrací (vertikální a horizontální vibrace)

Z vertikálních vibrací je nejcitlivěji vnímáno vlnění o frekvenci 4-8 Hz. Z horizontálních vibrací je nejcitlivěji vnímána oblast 1-2 Hz (citlivostní křivky). V návaznosti na to a v období s užitím filtru „A“ u zvuku je i zde při měření užito speciálních filtrů a měřena vážená hodnota zrychlení vibrací. Na základě těchto hodnot je potom počítána hladina zrychlení vibrací  $L$  (dB).

## 5 LIMITNÍ HLADINY VIBRACÍ

### Stanovení hygienických limitů vibrací

Podle ustanovení §18 nařízení vlády č. 272/2011 Sb. je dán hygienický limit vibrací za dobu jejich působení v chráněných vnitřních prostorech staveb vyjádřený průměrnou váženou hladinou zrychlení vibrací  $L_{aw,T}$  (75 dB) a korekcí podle přílohy č. 5 uvedeného právního předpisu.

Pro obytné místnosti a denní dobu je korekce + 6 dB, v noční době +3 dB.

Hygienický limit průměrné vážené hladiny zrychlení vibrací pro chráněné vnitřní prostory obytných staveb:

v denní době (6:00 - 22:00 hod) 81 dB.

v noční době (22:00 - 6:00 hod) 78 dB.

Tyto limity nesmí být překročeny jak u horizontálních, tak ani u vertikálních vibrací (ustanovení §18 odst. 2 citovaného nařízení vlády).

## 6 VYHODNOCENÍ:

Velikost a šíření závisí na mnoha faktorech, z nichž nejvýznamnější jsou:

- Typ geografického podloží
- Kvalita a typ svršku/spodku
- Rychlost, hmotnost a celkový stav provozovaných souprav

Změnu šíření vibrací po změně dispozic stavby (rekonstrukci trati) je téměř nemožné predikovat, nicméně se dá říct, že vlivem nového modernějšího kolejového svršku i spodku dojde ke zlepšení (snížení) vibrací v budovách v okolí posuzovaného úseku trati.

Měření vibrací prokázalo, že u nejbližší zástavby nedochází k překračování hygienického limitu pro obytné místnosti.

U objektu Zvonková 1, Brno - Lesná, kde proběhlo měření vibrací, nebylo zjištěno překročení hygienického limitu ani ve stávajícím stavu. Nejvyšší naměřená hodnota vibrací  $L_{ef} = 57,3$  dB při průjezdu osobního vlaku Os.

U objektu Okružní 9c, Brno - Lesná, kde proběhlo měření vibrací, nebylo zjištěno překročení hygienického limitu ani ve stávajícím stavu. Nejvyšší naměřená hodnota vibrací  $L_{ef} = 73,8$  dB při průjezdu nákladní soupravy Mn.

Na základě těchto výsledků lze předpokládat, že k překračování nebude docházet ani ve výhledovém stavu.

## 7 POUŽITÁ LITERATURA A PODKLADY

- Zákon 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- Nařízení vlády 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění pozdějších předpisů
- Základní mapa ČR 1:10 000, ČÚZK
- <https://mapy.cz/>
- Projektová dokumentace stavby
- protokol o zkoušce č. 21/14, Ecological Consulting a. s. 2021

## 8 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: protokol o zkoušce č. 21/14, Ecological Consulting a. s. 2021

## **Protokol o zkoušce č.: 21/14**

Strana č.: 1

Celkový počet stran: 13

### **Měření vibrací přenášených na člověka**

Měření hladin vibrací v budovách ze železniční dopravy

Objednatel:

**SUDOP BRNO s. r. o.**

Kounicova 26

611 36 Brno

Místo měření:

M1 – Zvonková 1, Brno

M2 – Okružní 9c, Brno

Účel měření:

Zjištění vlivu šíření vibrací od pojezdů vlakových souprav na obytnou zástavbu.

Datum měření:

11. – 12. 1., 8. – 9. 3. 2021

Datum vydání protokolu:

12. 03. 2021

Měření provedl:

Bc. Jiří Tuscher

.....  
protokol vypracoval

Bc. Jiří Tuscher

.....  
protokol schválil

Ing. Jaromír Cápál

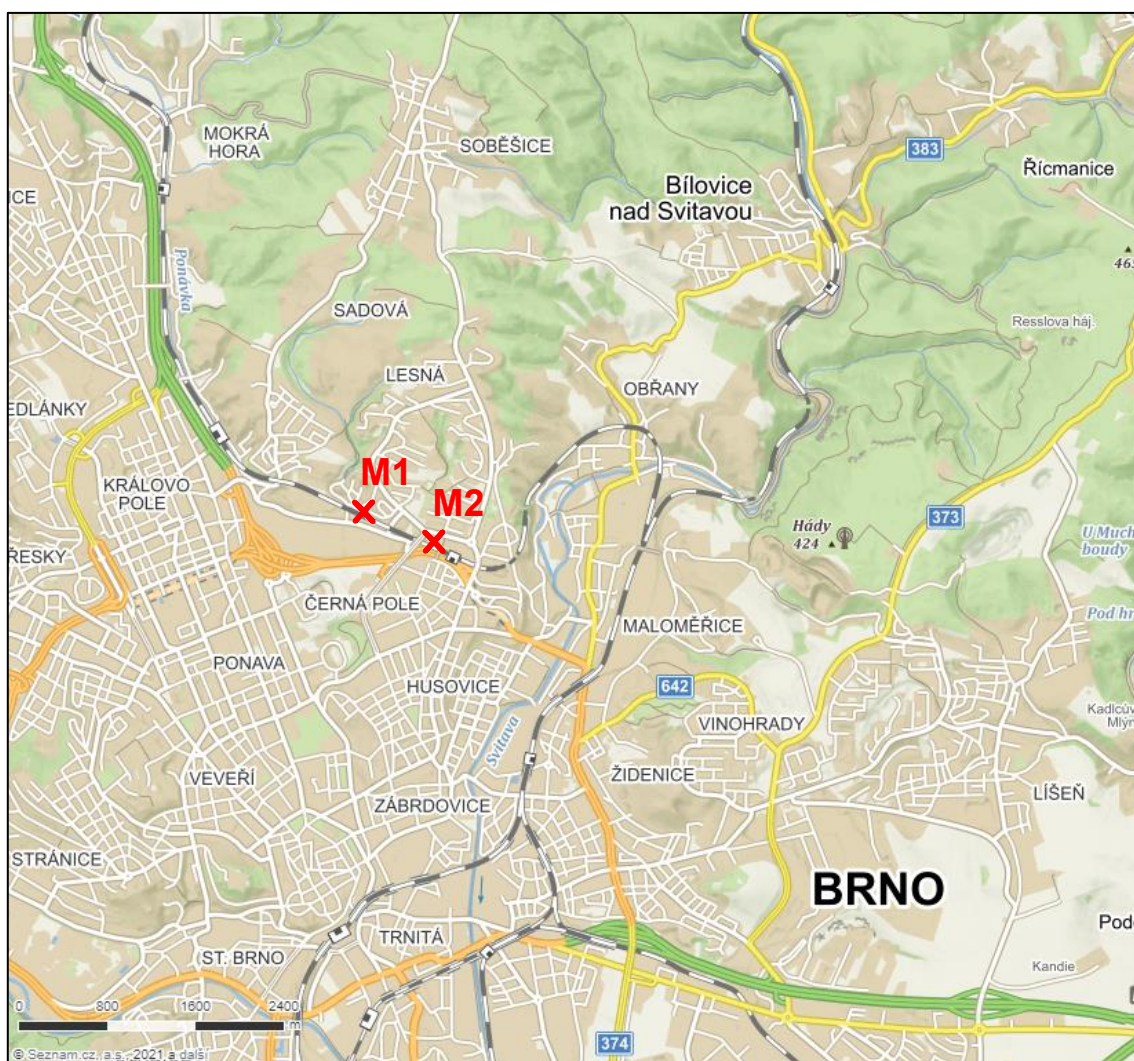
vedoucí Akustické laboratoře

Výsledek měření je vázán na protokolem popsané místo a dobu vykonání měření.  
Protokol o zkoušce může být reprodukován jedině celý a s písemným souhlasem jeho  
zpracovatele.

## Obsah:

1. Situace míst měření .....	2
2. Použitá měřicí souprava.....	3
3. Popis měření.....	3
4. Popis míst měření .....	4
Místo měření M1 – Zvonková 1, Brno - Lesná .....	4
Místo měření M2 – Okružní 9c, Brno - Lesná .....	5
5. Výsledky měření .....	6
6. Závěr .....	12
7. Poznámky a vysvětlivky .....	13

## 1. Situace míst měření



Obr. 1: Přehledná situace umístění míst měření

## 2. Použitá měřicí souprava

- vibrometr Svantek SV 106A, v. č. 92728
- snímač vibrací Svantek SV 84, v. č. L4455
- etalonový kalibrátor pro vibrace Svantek SV 110, v. č. 64491

Pomocná měřidla:

- laserový dálkoměr Makers S2
- digitální kamery

Uvedená měřicí sestava Svantek byla kalibrována v Českém metrologickém institutu v Praze a mají platné kalibrační listy č. 8012-KL-50339-20, 8012-KL-50340-20. Uvedená měřicí aparatura byla před měřením a po měření kontrolována uvedeným kalibrátorem.

## 3. Popis měření

Měření bylo provedeno za účelem zjištění vlivu šíření vibrací od pojezdů vlakových souprav na železniční trati Kuřim – Brno-Maloměřice.

Přehledná situace míst měření je na *Obr. 1*. Pro názornost je dále v kapitole č. 5 uváděn grafický průběh zaznamenaných vibrací na třetinooktávových pásmech u nejvýraznějších vlakových souprav.

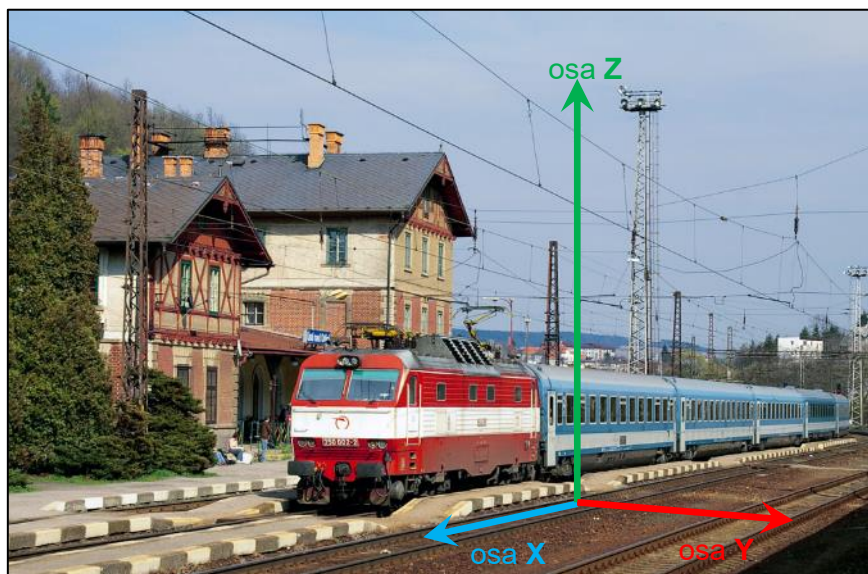
Místo měření M1	Zvonková 1, Brno – Lesná
Doba měření	11. 1. 2021 15:43 – 12. 1. 2021 14:20
Místo měření M2	Okružní 9c, Brno – Lesná
Doba měření	8. 3. 2021 15:39 – 9. 3. 2021 9:20

Měření a následné vyhodnocení hladin vibrací bylo provedeno v souladu s normou ČSN ISO 2631-2, Část 2: Vibrace v budovách. Byly měřeny jednotlivé průjezdy vlakových souprav. Z naměřených hladin byly vyloučeny vibrace produkované zdroji nesouvisející s dopravou na železničních tratích.

Měřené hodnoty jsou frekvenčně váženy dle ČSN ISO 2631-2, Část 2: Vibrace v budovách filtrem  $W_m$  dle přílohy A této normy.

Vibrace byly snímány ve třech osách. Směry jednotlivých os byly zvoleny tak, že osy X a Y ležely v horizontální rovině a osa Z byla na tuto rovinu kolmá (vertikální směr). Dále osa X byla rovnoběžná s osou koleje a osa Y byla kolmo na osu posuzované koleje, viz *Obr. 2*.





Obr. 2: Orientace os měření

#### 4. Popis míst měření

##### Místo měření M1 – Zvonková 1, Brno - Lesná

Měření vibrací proběhlo v přízemí třípatrového rodinného domu. Akcelerometr byl s ohledem na požadavek majitele objektu umístěn na chodbě u stěny přiléhající k železnici.

Vzdálenost objektu od osy dvoukolejné tratě je přibližně 14 metrů. Kolejnice byly uchyceny pružným bezpodkladnicovým uchycením na betonových prazcích. Železnice je v blízkosti měřeného objektu vedena na náspu.



Obr. 3: Letecký snímek se zákresem místa měření M1





Obr. 4: Pohled na měřicí sestavu



Obr. 5: Pohled do kolejiště

### Místo měření M2 – Okružní 9c, Brno - Lesná

Měření vibrací proběhlo v přízemí jednopatrového rodinného domu. Akcelerometr byl umístěn v obytné místnosti u stěny přiléhající k železnici.

Vzdálenost objektu od osy dvoukolejné tratě je přibližně 15 metrů. Bližší kolej byla uchycena pružným bezpodkladnicovým uchycením na betonových pražcích, vzdálenější tuhým podkladnicovým uchycením na betonových pražcích. Železnice je v blízkosti měřeného objektu vedena v zářezu.



Obr. 6: Letecký snímek se zákresem místa měření M2



Obr. 7: Pohled na měřicí sestavu



Obr. 8: Pohled do kolejiště

## 5. Výsledky měření

### Místo měření M1

Tab. 1: Výsledné hodnoty vibrací při průjezdech zaznamenaných vlakových souprav

čas	druh vlaku (trakce)	počet vozů	směr	délka průjezdu [s]	celkové naměřené hodnoty hladin zrychlení vibrací $L_{ef}$ [dB]			limit [dB]
					osa X	osa Y	osa Z	den
11. 1. 16:04	Os (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	17	49,2	53,4	50,5	78,0
11. 1. 16:10	Os (E)	1+3	Brno-Maloměřice	10	48,3	50,6	45,2	78,0
11. 1. 16:19	Os (E)	3	Brno-Kr. Pole	8	44,0	44,6	44,1	78,0
11. 1. 16:24	Os (E)	1+3	Brno-Maloměřice	9	49,4	51,7	47,1	78,0
11. 1. 16:34	Os (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	11	45,0	45,7	45,8	78,0
11. 1. 16:39	Os (E)	2	Brno-Maloměřice	5	43,8	47,3	42,0	78,0
11. 1. 16:46	Ex (E)	1+4	Brno-Maloměřice	8	44,8	49,0	42,8	78,0
11. 1. 16:48	Os (E)	1+3	Brno-Kr. Pole	9	44,5	51,2	45,7	78,0
11. 1. 17:04	Os (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	10	48,1	49,0	48,4	78,0
11. 1. 17:09	Os (E)	3	Brno-Maloměřice	9	43,9	46,7	42,1	78,0
11. 1. 17:11	Os (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	12	48,3	50,2	46,9	78,0
11. 1. 17:26	Os (E)	1+3	Brno-Maloměřice	11	49,6	50,8	45,7	78,0
11. 1. 17:29	R (E)	1+5	Brno-Kr. Pole	12	46,9	48,0	47,6	78,0
11. 1. 17:30	R (E)	1+5	Brno-Maloměřice	10	44,7	47,3	42,3	78,0
11. 1. 17:39	Os (E)	3	Brno-Maloměřice	7	44,8	46,7	42,5	78,0
11. 1. 17:55	Pn (E)	2+29	Brno-Kr. Pole	44	43,7	46,1	44,1	78,0
11. 1. 18:13	Os (E)	1+3	Brno-Maloměřice	9	45,6	48,9	43,4	78,0
11. 1. 19:07	Os (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	19	51,1	55,1	52,2	78,0
11. 1. 19:09	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	11	48,1	50,6	45,3	78,0
11. 1. 19:40	R (E)	1+6	Brno-Maloměřice	12	46,2	49,0	43,7	78,0
11. 1. 19:42	Pn (E)	1+14	Brno-Kr. Pole	18	43,5	45,1	44,4	78,0
11. 1. 20:05	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	11	51,0	53,5	47,8	78,0
11. 1. 20:08	Lv (D)	1	Brno-Maloměřice	18	43,9	45,7	42,1	78,0
11. 1. 20:15	Lv (E)	1	Brno-Maloměřice	8	44,7	47,4	42,0	78,0

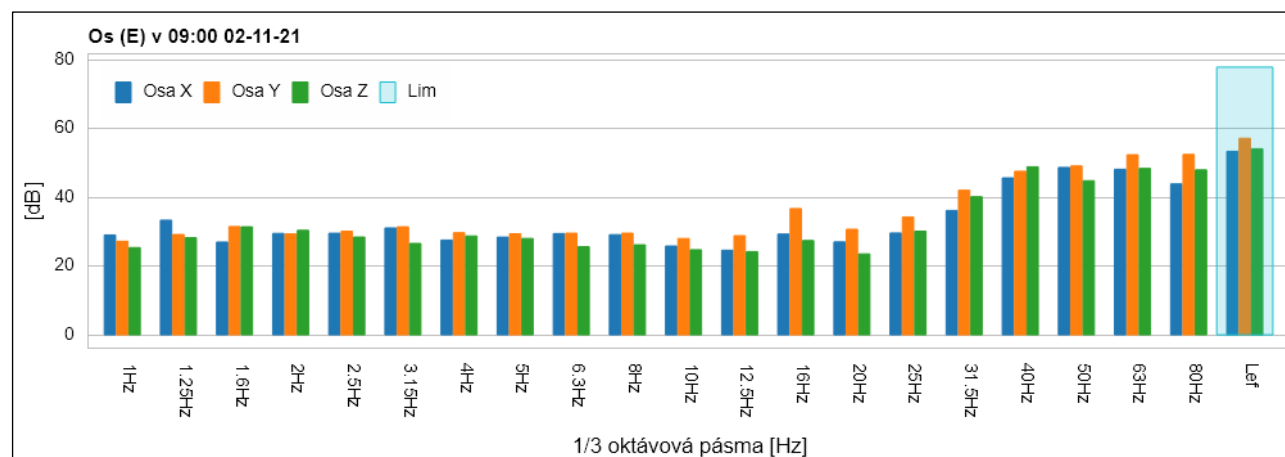


čas	druh vlaku (trakce)	počet vozů	směr	délka průjezdu [s]	celkové naměřené hodnoty hladin zrychlení vibrací L <sub>ef</sub> [dB]			limit [dB]
					osa X	osa Y	osa Z	den
11. 1. 20:22	Lv (E)	1	Brno-Kr. Pole	6	42,9	44,4	45,0	78,0
11. 1. 20:27	Os (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	17	51,7	54,0	51,4	78,0
11. 1. 20:30	R (E)	1+5	Brno-Kr. Pole	15	41,9	43,4	43,0	78,0
11. 1. 20:34	Os (D)	3	Brno-Kr. Pole	7	40,6	41,9	40,3	78,0
11. 1. 21:07	Os (E)	1+3	Brno-Maloměřice	12	48,1	50,3	44,4	78,0
11. 1. 21:13	Pn (E)	1+19	Brno-Maloměřice	34	43,2	45,7	41,3	78,0
11. 1. 21:48	Lv (E)	1	Brno-Maloměřice	8	49,3	51,1	44,8	78,0
11. 1. 21:55	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	10	47,2	50,2	44,7	78,0
11. 1. 22:11	Os (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	13	51,2	55,1	52,1	78,0
11. 1. 22:23	Pn (E)	1+17	Brno-Kr. Pole	24	44,0	45,8	44,5	78,0
11. 1. 22:32	Pn (E)	2+19	Brno-Maloměřice	37	45,8	49,3	43,8	78,0
11. 1. 22:47	Pn (E)	1+40	Brno-Kr. Pole	41	46,3	49,4	47,5	78,0
11. 1. 22:52	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	11	49,1	51,1	45,1	78,0
11. 1. 23:16	Lv (E)	2	Brno-Kr. Pole	7	44,7	45,9	47,1	78,0
11. 1. 23:43	Pn (E)	1+20	Brno-Kr. Pole	28	43,5	45,2	44,6	78,0
12. 1. 0:49	Lv (E)	1	Brno-Maloměřice	9	46,0	46,4	47,1	78,0
12. 1. 0:58	Pn (E)	1+26	Brno-Maloměřice	39	42,9	44,8	41,8	78,0
12. 1. 2:47	Pn (E)	2+12	Brno-Kr. Pole	27	44,8	46,8	45,0	78,0
12. 1. 2:57	Pn (E)	2+12	Brno-Kr. Pole	8	48,7	50,9	47,5	78,0
12. 1. 4:09	Pn (E)	1+22	Brno-Maloměřice	24	48,1	51,3	45,6	78,0
12. 1. 4:28	Lv (E)	1	Brno-Maloměřice	8	45,3	48,9	43,2	78,0
12. 1. 4:52	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	12	51,6	54,1	48,0	78,0
12. 1. 5:01	Os (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	12	43,6	45,9	45,5	78,0
12. 1. 5:20	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	13	50,3	52,5	46,2	78,0
12. 1. 5:25	Pn (E)	1+24	Brno-Maloměřice	26	46,5	49,4	43,7	78,0
12. 1. 5:36	Os (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	11	48,1	50,5	45,0	78,0
12. 1. 5:50	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	13	48,4	50,8	45,1	78,0
12. 1. 6:20	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	13	52,9	56,1	49,8	78,0
12. 1. 6:24	R (E)	1+5	Brno-Maloměřice	11	43,6	46,1	41,4	78,0
12. 1. 6:24	R (E)	1+5	Brno-Kr. Pole	12	46,5	47,3	47,1	78,0
12. 1. 6:28	Pn (E)	2+27	Brno-Maloměřice	31	45,2	47,6	42,1	78,0
12. 1. 6:36	Os (D)	3	Brno-Maloměřice	8	41,9	43,5	41,5	78,0
12. 1. 6:36	Pn (E)	1+28	Brno-Maloměřice	8	41,9	43,5	41,5	78,0
12. 1. 7:07	Ex (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	14	46,9	48,7	45,5	78,0
12. 1. 7:50	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	12	48,7	50,8	44,8	78,0
12. 1. 8:32	Os (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	17	52,7	55,5	54,1	78,0
12. 1. 8:34	Os (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	12	51,8	54,7	48,6	78,0
12. 1. 8:58	Mn (D)	1	Brno-Maloměřice	4	41,5	42,6	40,5	78,0
12. 1. 9:00	Os (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	13	53,4	57,3	54,2	78,0
12. 1. 9:49	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	13	50,3	53,4	47,4	78,0
12. 1. 9:59	Os (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	11	44,7	47,6	47,0	78,0
12. 1. 10:41	Ex (E)	1+4	Brno-Maloměřice	14	47,2	48,7	44,6	78,0

čas	druh vlaku (trakce)	počet vozů	směr	délka průjezdu [s]	celkové naměřené hodnoty hladin zrychlení vibrací $L_{ef}$ [dB]			limit [dB]
					osa X	osa Y	osa Z	den
12. 1. 11:19	Mn (D)	1+7	Brno-Kr. Pole	15	53,1	55,2	52,4	78,0
12. 1. 11:29	Os (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	14	49,1	52,5	50,2	78,0
12. 1. 12:18	R (E)	1+5	Brno-Kr. Pole	9	47,6	51,0	45,1	78,0
12. 1. 13:05	Ex (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	12	51,1	51,5	49,2	78,0
12. 1. 13:42	Os (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	16	51,3	55,5	52,1	78,0
11. 1. 16:04	Os (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	17	49,2	53,4	50,5	78,0
hladiny zrychlení vibrací pozadí				-	41,3	42,3	41,2	-

Tab. 2: Detail průjezdu vlaku Os (E) v 9:00 v 1/3 oktávových frekvenčních pásmech

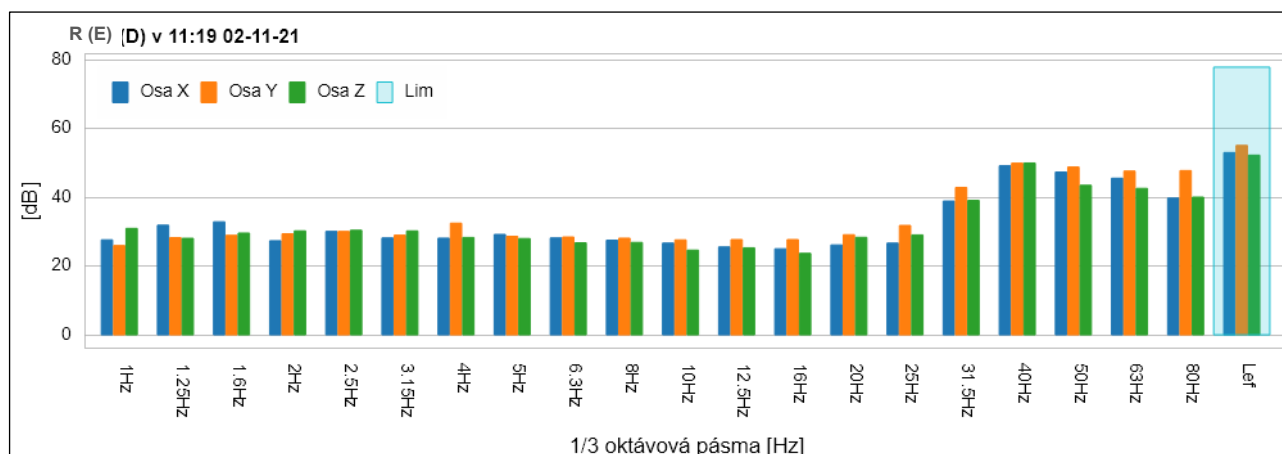
Osy	Hladiny zrychlení vibrací v dB pro jednotlivá frekvenční pásma Hz																			Lef [dB]	Limit [dB]	
	1	1,3	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63			80
X	29,1	33,4	27,0	29,6	29,6	31,1	27,6	28,5	29,5	29,2	25,9	24,6	29,4	27,1	29,7	36,2	45,7	48,8	48,2	44,0	53,5	78,0
Y	27,3	29,2	31,6	29,4	30,2	31,5	29,8	29,5	29,6	29,6	28,1	28,9	36,8	30,8	34,3	42,1	47,7	49,2	52,5	52,6	57,3	78,0
Z	25,4	28,3	31,5	30,4	28,5	26,6	28,8	28,1	25,7	26,2	24,8	24,3	27,5	23,6	30,2	40,2	49,0	44,9	48,5	48,1	54,2	78,0



Obr. 9: Detail průjezdu vlaku Os (E) v 9:00 - vážené hladiny zrychlení v 1/3 oktávových frekvenčních pásmech

Tab. č. 3: Detail průjezdu vlaku Mn (D) v 11:19 v 1/3 oktávových frekvenčních pásmech

Osy	Hladiny zrychlení vibrací v dB pro jednotlivá frekvenční pásma Hz																			Lef [dB]	Limit [dB]	
	1	1,3	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63			80
X	27,7	31,9	32,9	27,4	30,1	28,2	28,2	29,3	28,2	27,6	26,7	25,6	25,1	26,2	26,7	39,0	49,3	47,4	45,6	39,8	53,1	78,0
Y	26,0	28,3	29,0	29,5	30,1	29,0	32,5	28,7	28,5	28,2	27,7	27,8	27,8	29,2	31,9	42,9	50,0	48,9	47,7	47,9	55,2	78,0
Z	31,0	28,1	29,7	30,3	30,5	30,3	28,4	28,1	26,8	26,9	24,7	25,4	23,7	28,4	29,1	39,2	50,1	43,6	42,7	40,1	52,4	78,0



Obr. 10: Detail průjezdu vlaku Mn (D) v 11:19 - vážené hladiny zrychlení v 1/3 oktávových frekvenčních pásmech

### Místo měření M2

Tab. 4: Výsledné hodnoty vibrací při průjezdech zaznamenaných vlakových souprav

čas	druh vlaku (trakce)	počet vozů	směr	délka průjezdu [s]	celkové naměřené hodnoty hladin zrychlení vibrací $L_{ef}$ [dB]			limit [dB]
					osa X	osa Y	osa Z	den
8. 3. 16:11	Os (E)	1+3	Brno-Maloměřice	22	57,1	56,7	59,3	78,0
8. 3. 16:15	Lv (E)	1	Brno-Maloměřice	14	58,0	57,6	60,4	78,0
8. 3. 16:20	Os (E)	3	Brno-Kr. Pole	14	49,7	50,8	56,5	78,0
8. 3. 16:25	Os (E)	1+3	Brno-Maloměřice	21	57,2	56,3	59,7	78,0
8. 3. 16:28	R (E)	1+5	Brno-Kr. Pole	20	58,1	57,7	61,6	78,0
8. 3. 16:31	Pn (E)	1+14	Brno-Maloměřice	67	57,1	58,3	61,4	78,0
8. 3. 16:33	Os (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	21	50,0	50,7	55,4	78,0
8. 3. 16:40	Os (E)	2	Brno-Maloměřice	16	54,3	56,0	59,4	78,0
8. 3. 16:47	R (E)	1+4	Brno-Maloměřice	15	59,6	61,1	62,7	78,0
8. 3. 16:48	Os (E)	1+3	Brno-Kr. Pole	19	54,0	56,4	58,1	78,0
8. 3. 16:55	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	22	57,5	57,0	60,7	78,0
8. 3. 17:07	Mn (E)	1+2	Brno-Kr. Pole	10	56,9	59,5	62,7	78,0
8. 3. 17:11	R (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	13	56,2	57,7	62,0	78,0
8. 3. 17:25	Os (E)	1+3	Brno-Maloměřice	21	56,4	56,7	60,5	78,0
8. 3. 17:28	R (E)	1+5	Brno-Kr. Pole	15	55,9	56,1	58,6	78,0
8. 3. 17:40	Os (E)	3	Brno-Maloměřice	18	55,2	56,0	58,8	78,0
8. 3. 17:44	Lv (E)	3	Brno-Maloměřice	18	58,4	58,2	62,6	78,0
8. 3. 17:55	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	24	58,0	57,5	61,2	78,0
8. 3. 17:55	Pn (D)	2+27	Brno-Kr. Pole	34	61,8	62,6	65,9	78,0
8. 3. 18:10	Os (E)	1+3	Brno-Maloměřice	19	58,1	58,6	61,2	78,0
8. 3. 18:25	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	25	57,3	56,9	59,9	78,0
8. 3. 18:30	R (E)	1+6	Brno-Maloměřice	16	60,0	60,8	63,0	78,0
8. 3. 18:30	R (E)	1+5	Brno-Kr. Pole	11	58,8	59,0	62,5	78,0
8. 3. 18:47	R (E)	1+4	Brno-Maloměřice	15	61,7	62,4	64,9	78,0

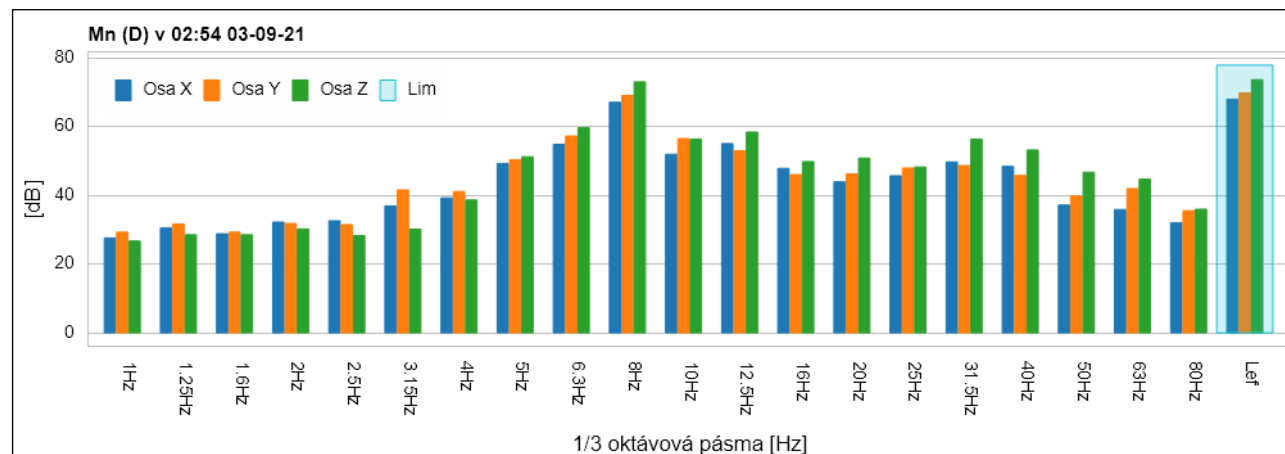
čas	druh vlaku (trakce)	počet vozů	směr	délka průjezdu [s]	celkové naměřené hodnoty hladin zrychlení vibrací L <sub>ef</sub> [dB]			limit [dB]
					osa X	osa Y	osa Z	den
8. 3. 18:55	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	22	57,9	56,7	60,8	78,0
8. 3. 18:58	Lv (E)	1	Brno-Maloměřice	15	58,4	59,0	61,8	78,0
8. 3. 19:25	Os (E)	1+3	Brno-Maloměřice	22	56,7	56,3	59,7	78,0
8. 3. 19:30	R (E)	1+6	Brno-Maloměřice	26	57,4	56,9	59,9	78,0
8. 3. 19:58	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	30	56,5	56,3	59,0	78,0
8. 3. 20:09	Mn (E)	1+7	Brno-Maloměřice	17	66,6	67,5	71,4	78,0
8. 3. 20:24	Os (E)	1+3	Brno-Maloměřice	22	56,4	55,7	60,4	78,0
8. 3. 20:28	R (E)	1+5	Brno-Kr. Pole	15	54,9	56,1	58,8	78,0
8. 3. 20:56	Os (E)	1+3	Brno-Maloměřice	26	56,1	55,8	58,6	78,0
8. 3. 21:30	R (E)	1+5	Brno-Maloměřice	19	60,5	60,5	62,5	78,0
8. 3. 21:33	Os (E)	1+3	Brno-Kr. Pole	22	50,3	49,6	54,3	78,0
8. 3. 21:55	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	30	57,2	56,2	59,3	78,0
8. 3. 21:57	Pn (E)	1+20	Brno-Kr. Pole	49	56,2	56,9	61,2	78,0
8. 3. 22:00	Pn (E)	1+28	Brno-Maloměřice	54	63,8	64,3	67,7	78,0
8. 3. 22:45	Pn (D)	1+5	Brno-Maloměřice	19	59,5	60,7	63,3	78,0
8. 3. 22:55	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	20	58,0	56,3	60,2	78,0
8. 3. 23:34	Lv (E)	1	Brno-Maloměřice	11	58,3	56,9	59,8	78,0
9. 3. 0:11	Pn (D)	2+32	Brno-Maloměřice	53	65,1	64,8	68,7	78,0
9. 3. 1:32	Mn (E)	2+7	Brno-Maloměřice	20	64,6	65,9	67,3	78,0
9. 3. 2:54	Mn (D)	1+9	Brno-Kr. Pole	20	68,1	69,9	73,8	78,0
9. 3. 3:49	Pn (E)	2+39	Brno-Maloměřice	85	61,7	61,0	64,5	78,0
9. 3. 4:11	Lv (E)	1	Brno-Maloměřice	10	60,3	58,9	61,0	78,0
9. 3. 4:14	Lv (E)	1	Brno-Maloměřice	11	57,6	57,7	60,9	78,0
9. 3. 4:36	Mn (E)	1+7	Brno-Maloměřice	16	63,6	65,6	67,5	78,0
9. 3. 4:55	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	27	56,7	56,7	59,1	78,0
9. 3. 5:11	Os (E)	1+3	Brno-Maloměřice	22	56,9	56,5	60,2	78,0
9. 3. 5:19	Os (E)	3	Brno-Kr. Pole	15	47,8	50,0	53,0	78,0
9. 3. 5:24	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	23	57,1	56,2	59,1	78,0
9. 3. 5:28	Mn (E)	2+14	Brno-Maloměřice	26	67,0	67,4	69,2	78,0
9. 3. 5:41	Os (E)	1+3	Brno-Maloměřice	20	57,5	56,9	60,4	78,0
9. 3. 5:48	Mn (E)	1+6	Brno-Kr. Pole	13	58,5	60,0	64,1	78,0
9. 3. 5:51	Os (E)	3	Brno-Kr. Pole	12	52,9	54,5	59,9	78,0
9. 3. 5:55	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	19	57,3	56,0	60,6	78,0
9. 3. 5:59	Pn (E)	2+11	Brno-Maloměřice	29	65,1	63,1	66,4	78,0
9. 3. 6:12	Os (E)	3	Brno-Maloměřice	12	57,4	58,7	62,5	78,0
9. 3. 6:25	Os (E)	1+3	Brno-Maloměřice	25	57,5	56,7	60,2	78,0
9. 3. 6:29	R (E)	1+5	Brno-Maloměřice	18	58,0	58,5	62,0	78,0
9. 3. 6:29	R (E)	1+5	Brno-Kr. Pole	16	55,7	55,8	59,3	78,0
9. 3. 6:47	R (E)	1+4	Brno-Maloměřice	17	59,6	60,8	62,5	78,0



čas	druh vlaku (trakce)	počet vozů	směr	délka průjezdu [s]	celkové naměřené hodnoty hladin zrychlení vibrací $L_{ef}$ [dB]			limit [dB]
					osa X	osa Y	osa Z	den
9. 3. 6:58	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	20	58,0	57,9	62,0	78,0
9. 3. 7:05	Os (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	25	52,3	52,6	56,3	78,0
9. 3. 7:10	Os (E)	3	Brno-Maloměřice	18	56,0	56,3	60,0	78,0
9. 3. 7:10	R (E)	1+4	Brno-Kr. Pole	12	56,2	57,6	61,8	78,0
9. 3. 7:25	Os (E)	1+4	Brno-Maloměřice	20	57,9	57,6	61,3	78,0
9. 3. 7:30	R (E)	1+5	Brno-Maloměřice	20	59,2	60,1	62,3	78,0
9. 3. 7:39	Os (E)	2	Brno-Maloměřice	14	55,1	55,8	59,4	78,0
9. 3. 7:48	Os (E)	3	Brno-Kr. Pole	14	48,5	49,9	53,3	78,0
9. 3. 7:51	Pn (E)	2+39	Brno-Kr. Pole	79	54,9	56,5	58,7	78,0
hladiny zrychlení vibrací pozadí				-	41,1	42,2	41,4	-

Tab. 5: Detail průjezdu vlaku Mn (D) v 2:54 v 1/3 oktávových frekvenčních pásmech

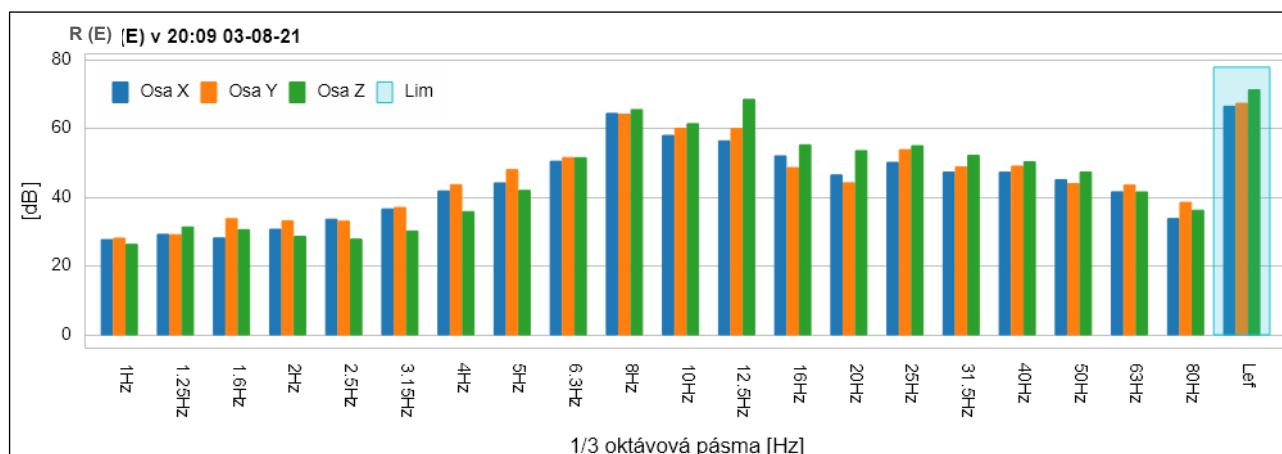
Osy	Hladiny zrychlení vibrací v dB pro jednotlivá frekvenční pásma Hz																				Lef [dB]	Limit [dB]
	1	1,3	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80		
X	27,6	30,6	28,8	32,3	32,6	37,0	39,3	49,4	54,9	67,2	52,0	55,2	47,9	44,0	45,8	49,8	48,5	37,2	35,9	32,1	68,1	78,0
Y	29,3	31,7	29,4	31,9	31,5	41,7	41,2	50,5	57,4	69,2	56,6	53,0	46,1	46,3	48,0	48,7	45,9	39,9	42,0	35,6	69,9	78,0
Z	26,8	28,6	28,6	30,3	28,4	30,2	38,7	51,3	59,8	73,1	56,5	58,5	49,9	50,9	48,3	56,4	53,3	46,8	44,8	36,0	73,8	78,0



Obr. 11: Detail průjezdu vlaku Mn (D) v 2:54 - vážené hladiny zrychlení v 1/3 oktávových frekvenčních pásmech

Tab. č. 6: Detail průjezdu vlaku Mn (E) v 20:09 v 1/3 oktávových frekvenčních pásmech

Osy	Hladiny zrychlení vibrací v dB pro jednotlivá frekvenční pásma Hz																				Lef [dB]	Limit [dB]
	1	1,3	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80		
X	27,7	29,3	28,2	30,8	33,7	36,7	41,9	44,3	50,6	64,5	58,1	56,5	52,1	46,6	50,3	47,4	47,4	45,2	41,7	33,9	66,6	78,0
Y	28,2	29,2	33,8	33,2	33,1	37,1	43,7	48,1	51,7	64,3	60,2	60,1	48,7	44,3	54,0	48,9	49,2	44,0	43,6	38,6	67,5	78,0
Z	26,4	31,4	30,6	28,7	27,9	30,2	35,9	42,1	51,6	65,6	61,5	68,6	55,4	53,6	55,1	52,3	50,4	47,4	41,6	36,3	71,4	78,0



Obr. 12: Detail průjezdu vlaku Mn (E) v 20:09 - vážené hladiny zrychlení v 1/3 oktávových frekvenčních pásmech

### Nejistota měření

Dle Metodického návodu pro měření a hodnocení hluku a vibrací na pracovišti a vibrací v chráněných vnitřních prostorech staveb je stanovena rozšířená nejistota měření vibrací přenášených na člověka menší nebo rovna 2,0 dB.

### Rozhodovací kritérium

- $L_{ef} - u > L_{lim}$  ... limit je prokazatelně překročen
- $L_{ef} + u < L_{lim}$  ... limit je prokazatelně splněn
- $L_{ef} - u \leq L_{lim} \leq L_{ef} + u$  ... nelze učinit jednoznačný závěr

## 6. Závěr

Dle Nařízení vlády č. 272/2011 §18 je dán hygienický limit vibrací za dobu jejich působení v chráněných vnitřních prostorech staveb vyjádřený průměrnou váženou hladinou zrychlení vibrací  $L_{aw,T} = 75$  dB a korekcí podle přílohy č. 5 pro obytné místnosti. Pro denní dobu je korekce + 6 dB a pro noc + 3 dB.

Lze předpokládat, že průjezd vlakových souprav se projevuje stejně v denní i noční době a stejně tak, že naměřené soupravy mohou jet jak v noční, tak i v denní době. Proto jsou naměřené hodnoty porovnávány s hygienickým limitem platným pro noční dobu (78 dB).

### Místo měření M1 – Zvonková 1, Brno - Lesná

Hygienický limit je prokazatelně splněn u všech zaznamenaných vlakových souprav.

### Místo měření M2 – Okružní 9c, Brno - Lesná

Hygienický limit je prokazatelně splněn u všech zaznamenaných vlakových souprav.

---

## 7. Poznámky a vysvětlivky

### Označení druhů vlaků:

<i>Os</i>	<i>osobní vlak</i>
<i>R</i>	<i>rychlík</i>
<i>Ex</i>	<i>expres</i>
<i>Mn</i>	<i>manipulační náklad</i>
<i>Pn</i>	<i>pravidelný náklad</i>
<i>Lv</i>	<i>lokomotivní vlak</i>
<i>Služ</i>	<i>Služební vlak</i>
<i>(D) / (E)</i>	<i>dieselový/elektrický pohon</i>

---

**konec protokolu**

---