




Operační program
Doprava




Evropská unie
Investice do vaší budoucnosti
Fond soudržnosti

Změna:	Název změny:	Datum:	Provedl:	Podpis:

Investor:	 Správa železniční dopravní cesty, státní organizace Dlážděná 1003/7 110 00 Praha 1 <small>Správa železniční dopravní cesty</small>	kontaktní adresa: Správa železniční dopravní cesty, s.o. Stavební správa západ Sokolovská 1955/278, 190 00 Praha 9
-----------	---	---

METROPROJEKT Praha a.s. nám. I. P. Pavlova 2/1786 120 00 Praha 2 generální ředitel: Ing. David Krása tel.: +420 296 154 105 www.metroprojekt.cz info@metroprojekt.cz	Hlavní projektant:  METROPROJEKT	Souprava číslo:
---	---	-----------------

SUDOP PRAHA a.s. Olšanská 1a, 130 80 Praha 3 tel.: +420 267 094 111 fax: +420 224 230 316 e-mail: praha@sudop.cz	Projektant předmětné části dokumentace:  SUDOP PRAHA
---	--

HIP: Ing. Petr Hofman  tel.: +420 296 154 115	Podpis:	Název a účel díla:
Garant profese: Ing. Kateřina Hladká, Ph.D.		OPTIMALIZACE TRATI KARLŠTEJN (mimo) – BEROUN (mimo)
Stupeň: PŘÍPRAVNÁ DOKUMENTACE STAVBY		

Zpracovatelský útvar: SUDOP PRAHA a.s. středisko 211	Název částí díla:	
Vedoucí útvaru: Ing. Hana Staňková	Souhrnná část	B
Odpovědný projektant: Ing. Jana Šafratová	Hodnocení vlivu stavby na životní prostředí	B.3
	Vliv stavby na životní prostředí	B.3.1

Vypracoval: Ing. Jana Šafratová	Podpis:	Název přílohy:	Složka:
Kontroloval: Ing. Petr Čichovský	Podpis:	Vliv vibrací	B.3.1.j
Skart. znak: V20/2040	Datum: 06/2019		Číslo příl.: 001
Počet formátů: -	Měřítko: -	IČD: 17 7171 02 03 00 00	

OBSAH

1. ÚVOD	2
2. LEGISLATIVA	2
2.1 VIBRACE V CHRÁNĚNÝCH VNITŘNÍCH PROSTORECH STAVEB	2
3. TECHNOLOGIE ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY	3
3.1 RYCHLOSTI.....	4
3.2 POROVNÁNÍ POČTU STÁVAJÍCÍ A VÝHLEDOVÉ DOPRAVY	4
4. VIBRACE	5
4.1 MĚŘENÍ VIBRACÍ	5
5. ZÁVĚR.....	5

1. ÚVOD

Tato studie byla zpracována pro část III. železničního koridoru v úseku Karlštejn (mimo) – Beroun (mimo). Řešený traťový úsek (stávající železniční tratě) začíná za železniční stanicí Karlštejn a končí u vjezdových výhybek železniční stanice Beroun.

2. LEGISLATIVA

Ochrana před vibracemi vyplývá ze **zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících předpisů**.

Podrobně ochranu před hlukem upravuje **Novela Nařízení vlády č. 217/2016 Sb.** (ze dne 15. června 2016, s účinností od 30. 7. 2016), kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Toto nařízení vlády zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje hygienické limity hluku pro chráněný vnitřní prostor staveb, chráněný venkovní prostor staveb a chráněný venkovní prostor. Dále upravuje hygienické limity vibrací pro chráněný vnitřní prostor staveb.

2.1 Vibrace v chráněných vnitřních prostorech staveb

Hygienický limit vibrací v chráněných vnitřních prostorech staveb vyjádřený průměrnou váženou

- a) hladinou zrychlení vibrací $L_{aw,T}$ se rovná 75 dB, nebo
- b) hodnotou zrychlení a_{ew} se rovná $0,0056 \text{ m/s}^2$.

Hygienické limity vibrací uvedené v odstavci 1 v chráněných vnitřních prostorech staveb se vztahují na horizontální a vertikální vibrace v místě pobytu osob a k době trvání vibrací.

Korekce hygienického limitu podle odstavce 1 jsou v závislosti na typu prostoru, denní době a povaze vibrací upraveny v následující tabulce.

Tab. 1. Tabulka – korekce na využití prostoru ve stavbách a chráněných vnitřních prostorech staveb, denní dobu a povahu vibrací

Druh chráněného vnitřního prostoru	Denní doba	Povaha vibrací			
		Přerušované a nepřerušované vibrace		Opakující se otřesy	
		Korekce			
		dB	(1)	dB	(1)
1. Operační sály	den	0	1	0	1
	noc	0	1	0	1
2. Obytné místnosti	den	6	2	24	16
	noc	3	1,41	3	1,41
3. Pokoje pro pacienty v sanatoriích a v nemocnicích	den	6	2	24	16
	noc	3	1,41	3	1,41

4. Učebny a pobytové místnosti jeslí, mateřských škol a školských zařízení	den noc	6 3	2 1,41	24 3	16 1,41
5. Ostatní chráněné vnitřní prostory staveb	nepřetržitě	12	4	42	128

Maximálně jsou přípustné 1 až 3 výskyty otřesů za den.

Celkový hygienický limit vibrací v obytných objektech je tedy

81 dB den a 78 dB pro noc.

3. TECHNOLOGIE ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY

V posuzovaném úseku se jedná o dvoukolejnou elektrizovanou trať, provozovanou po skončení optimalizace rychlostí max. 145 km/h. Pro porovnání je uvedena dopravní technologie na rok 2000, 2017 a výhled po rekonstrukci.

Technologické údaje o dopravě (počet, druh a délka jednotlivých vlaků, max. rychlost) jsou přehledně seřazeny v následujících tabulkách. Údaje byly získány od hlavního inženýra projektu Ing. Petra Hofmana z firmy Metroprojekt Praha a. s., ve spolupráci s investorem stavby SŽDC, s. o.

Legenda:	Ex	Expresy	R	Rychlíky
	Os	Osobní vlaky	Sv	Soupravové vlaky
	Nex	Nákladní expresy	Rn	Rychlé nákladní vlaky
	Vn	Vyrovňávkové nákladní vlaky	Sn	Spěšné nákladní vlaky
	Pn	Průběžné nákladní vlaky	Mn	Manipulační nákl.vlaky
	Sp	Spěšné vlaky		

Tab. 2. Tabulka – Rozsah dopravy, stav k roku 2000 [počet vlaků/24 h]

	Osobní doprava				Nákladní doprava		Celkem
	Ex	R	R (ČB)	Os+Sp	Nex/Pn...	Mn	
Délka vlaku [m]	300	300	110	100	450	400	
Podíl kotouč. brzd (%)	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	
Karlštejn -Beroun	8 / 0	16 / 3	2 / 0	38 / 9	25 / 9	2 / 0	
Tabulka – Rozsah dopravy, stav k roku 2000 [počet vlaků/24 h]							

Pozn.: Počty vlaků a podíly kotoučových brzd jsou uvedeny v pořadí den / noc.

Tab. 3. Tabulka – Rozsah dopravy, stav k roku 2017 [počet vlaků/24 h]

	Osobní doprava				Nákladní doprava		Celkem
	Ex	R	R (ČB)	Os+Sv	Nex/Pn...	Mn	
Délka vlaku [m]	200	200	75	160	450	200	
Podíl kotouč. brzd (%)	100 / 100	100 / 100	0 / 0	100 / 100	0 / 0	0 / 0	
Karlštejn- Beroun	10 / 2	26 / 1	9 / 0	55+2 / 13	10 / 8	0 / 0	112 / 24
Tabulka – Rozsah dopravy, stav k roku 2017[počet vlaků/24 h]							

Pozn.: Počty vlaků a podíly kotoučových brzd jsou uvedeny v pořadí den / noc.

Tab. 4. Tabulka – Rozsah dopravy, výhledový stav [počet vlaků/24 h]

	Osobní doprava				Nákladní doprava		Celkem
	Ex	R	R (ČB)	Os+Sv	Nex/Pn...	Mn	
Délka vlaku [m]	200	200	75	160	500	200	
Podíl kotouč. brzd (%)	100 / 100	100 / 100	100 / 100	100 / 100	50 / 50	0 / 0	
Karlštejn -Beroun	32 / 4	26 / 4	16 / 2	56 / 14	18 / 8	2 / 0	150 / 32
Tabulka – Rozsah dopravy, výhledový stav, po realizaci stavby, cca 2025 [počet vlaků/24 h]							

Pozn.: Počty vlaků a podíly kotoučových brzd jsou uvedeny v pořadí den / noc.

3.1 Rychlosti

Rok 2000 a 2017: Karlštejn – km 32,6 = 100 km/hod, dále do Berouna 90 km/hod pro všechny vlaky osobní dopravy, nákladní v celém úseku 85 km/hod.

Výhled (jedná se o střednědobý výhled po roce 2025): Vlaky osobní dopravy s výjimkou Karlštejn – km 32,6 = 130 km/hod, dále do Berouna 100 km/hod. Vlaky s naklápačemi skříněmi (většina Ex) Karlštejn – km 32,6 = 145 km/hod, dále do km 35,0 rychlost 130 km/hod dále do Berouna 115 km/hod. Nákladní doprava v celém úseku 90 km/hod.

3.2 Porovnání počtu stávající a výhledové dopravy

Pro porovnání je v následující tabulce uvedeno porovnání počtu stávajících a uvažovaných počtů vlaků.

Tab. 5. Tabulka – počty vlaků pro jednotlivé roky

Karlštejn - Beroun	Počet vlaků rok 2000 (den/noc)	Počet vlaků rok 2017 (den/noc)	Počet vlaků ve výhledu
Osobní doprava	64/12	102/16	130/24
Nákladní doprava	27/9	10/8	20/8
Celková doprava	91/21	112/24	150/32

Z tabulky je patrné, že je uvažováno s nárůstem osobní dopravy v uvedeném úseku. Nákladní doprava (delší soupravy) je ve výhledu nižší.

Pro výpočet jsou důležité i další parametry – např. podíl kotoučových brzd, který by měl být ve výhledu vyšší, délky vlakových souprav, stav železničního svršku – pružné upevnění. Rekonstrukcí by mělo dojít k celkovému zlepšení stavu železniční trati.

4. VIBRACE

Vibrace jsou mechanická chvění vznikající při průjezdu vozidla po dané trati. Vibrace se podložím přenášejí do obytné zástavby, kde způsobují nežádoucí účinky na lidský organismus. Přesné stanovení hodnot zrychlení mechanického chvění (vibrací) je velmi obtížné. Vibrace v obytných budovách, kde je měříme a posuzujeme, závisí na mnoha aspektech, například: kvalita železničního svršku a spodku, geologické poměry, vzdálenost od osy komunikace, druh, stáří, kvalita a technický stav budovy, který je ve výpočtu velmi obtížné postihnout, atd. Přesné stanovení výhledových hodnot modelovým výpočtem je tedy téměř nemožné.

Rekonstrukcí trati by mělo dojít k celkovému snížení vibrací od železnice.

4.1 Měření vibrací

Měření vibrací bylo provedeno v jednom vytipovaném objektu v těsné blízkosti trati. Výsledky jsou uvedeny v protokolu měření hluku a vibrací.

Zvolený objekt (Karlštejn č.p. 192) leží na plochách kvarterních nezpevněných sedimentů fluvialního původu, což je podloží náchylné na intenzivní přenos vibrací, zvláště v případě nasycení terénu vodou.

Naměřené hodnoty se však již při průjezdech těžkých vlaků vyšší rychlostí pohybovaly v době měření pod hygienickým limitem pro noc 78 dB mimo oblast nejistoty měření, stav vody v Berounce byl normální a nasycení terénu vodou odpovídalo ročnímu období s minimálním odparem, tedy spíše vyšší.

S ohledem na stav trati bez zjevných závad a charakter dopravy zde nepředpokládáme razantní změnu stavu vlivem modernizace, pouze v případě dočasného zvodnění terénu (např. při a bezprostředně po povodni nebo při dlouhodobých vydatných deštích) zde lze očekávat nárůst vibrací oproti naměřeným hodnotám. Tento stav lze řešit buď aplikací antivibračních opatření na trati nebo dočasným snížením rychlosti na max. 40 km/h po dobu trvání zvodnění terénu.

5. ZÁVĚR

Tato studie na základě uvedených informací konstatuje, že ve výhledu lze předpokládat dodržení hygienických limitů pro vibrace. Na stavbě bude využit nový železniční svršek, pružnému upevnění kolejnic.

Nejsou navrhována žádná antivibrační opatření.

REVITA ENGINEERING - laboratoř fyzikálních faktorů
Akreditovaná laboratoř č. L 1478
Havlíčková 1307/12, 412 01 Litoměřice

Libor Brož, Havlíčková 1549/26, 412 01 Litoměřice
IČO: 46720880; DIČ: CZ7108112682
Tel.: 416 742 981; www.revita.cz; info@revita.cz



revita
engineering

PROTOKOL O ZKOUŠCE Č. 4837-297-17

Optimalizace traťového úseku Karlštejn (mimo) – Beroun (mimo)	PDF
Měření hluku a vibrací z železniční dopravy	Revize 0

Objednatel, adresa	SUDOP PRAHA a.s., Olšanská 1a, 130 80 Praha 3
Číslo objednávky	17-199-202-K01
Číslo zakázky	4837-297-17
Datum přijetí zakázky	20.11.2017
Datum provedení zkoušky	22.11.2017, 28.11.2017; 6.12.2017
Zkoušku provedl	Libor Brož, Dana Thorovská, Tomáš Vlasák, Dagmar Zázvorková
Protokol vypracoval	Libor Brož
Účel (stupeň)	Průzkumné měření
Počet stran protokolu	27
Elektronická verze	4837_protokol-hluk-vibrace dráha Karlštejn-Beroun

Pracovník laboratoře fyzikálních faktorů, odpovědný za provedení zakázky a zpracování protokolu:			
Datum schválení	Jméno, funkce	Kontakt	Podpis
2.2.2018	Libor Brož, technik měření	Tel. +420 602 505 166	
Dokumentace je duševním vlastnictvím firmy Libor Brož - Revita Engineering. Bez písemného souhlasu odpovědných pracovníků laboratoře fyzikálních faktorů nesmí být protokol reprodukován jinak než celý. Výsledky zkoušek se vztahují pouze na uvedený předmět a čas měření, na popsaném místě a za popsaných podmínek.			

Obsah

1	Předmět zkoušky	3
2	Metoda měření	3
3	Měřicí aparatura	3
4	Zdroj hluku a vibrací	4
4.1	Parametry trati	4
4.2	Technologie železniční dopravy (RPDI 2016/2017)	4
4.3	Přehledná mapa měřené trati	5
5	Měření hluku	6
5.1	Způsob měření hluku z železniční dopravy	6
5.2	Hygienické limity hluku	6
5.3	Meteorologické podmínky	7
5.4	Přehled bodů měření	7
5.5	Situace bodů měření	8
5.6	Výsledky měření hluku	12
6	Měření vibrací	20
6.1	Způsob měření vibrací	20
6.2	Hygienické limity vibrací	20
6.3	Geologická charakteristika území	21
6.4	Výsledky měření vibrací	22
7	Stanovení výsledných hodnot	25
7.1	Stanovení výsledných hodnot hluku	25
7.1.1	Stanovení výsledných hodnot	25
7.2	Stanovení výsledných hodnot vibrací	26
8	Závěr	27
8.1	Hluk	27
8.2	Vibrace	27

1 Předmět zkoušky

Zařízení: Optimalizace traťového úseku Karlštejn (mimo) – Beroun (mimo)
Objednatel: SUDOP PRAHA a.s., Olšanská 1a, 130 80 Praha 3
Účel měření: Průzkumné měření.
Datum měření: 22.11.2017, 28.11.2017; 6.12.2017

2 Metoda měření

Měření provedeno dle: Hluk: ČSN ISO 1996-1 (Únor 2017) Akustika. Popis, měření a hodnocení hluku prostředí. ČSN ISO 1996-2 (Srpen 2009) Akustika - Popis, měření a posuzování hluku prostředí. Metodický návod MZd pro měření hluku v mimopracovním prostředí.
Vibrace: ČSN ISO 2631-2 Hodnocení expozice člověka celkovým vibracím – Část 2 : Vibrace v budovách (rozsah 1 Hz až 80 Hz). Metodický návod MZd pro měření a hodnocení hluku v pracovním prostředí a vibrací Č.j. HEM-300-26.4.01-16344.
Požadavky, limity: NAŘÍZENÍ VLÁDY č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.
Nejistota měření: Hluk: Rozšířená nejistota měření s konfidencí 95 %: ± 2 dB, stanovení viz metodický návod, viz výsledek měření.
Vibrace: Rozšířená nejistota měření s konfidencí 95 %: ± 2 dB, stanovení viz metodický návod HEM-300-26.4.01-16344, § 8, tabulka 4.
Meteorologické podmínky: Teplota = ± 2 %. Relativní vlhkost vzduchu = ± 9 %. Rychlost proudění vzduchu = ± 4 %.

3 Měřicí aparatura

Přesný modulární zvukoměr Brüel & Kjær 2250, výrobní číslo 2579826, ověřovací list č. 8012-OL-10274-17, platný do 5.6.2019. Mikrofon Brüel & Kjær typ 4189, výrobní číslo 2550221, ověřovací list č. 8012-OL-10275-17, platný do 5.6.2019. Přesný integrující zvukoměr NTI Audio XL2, výrobní číslo A2A-06572-E0, ověřovací list č. 8012-OL-10262-16, platný do 7.6.2018 s mikrofonom NTI Audio typ MC 230, výrobní číslo 7335, ověřovací list č. 8012-OL-10263-16, platný do 7.6.2018. Přesný integrující zvukoměr Brüel & Kjær 2260, výrobní číslo 2414640, ověřovací list č. 8012-OL-10260-16, platný do 7.6.2018. Mikrofon Brüel & Kjær typ 4189, výrobní číslo 2503078, ověřovací list č. 8012-OL-10261-16, platný do 7.6.2018.

Akustický kalibrátor: Larson-Davis, typ CAL200 - 114dB/1000 Hz, výrobní číslo 11704, kalibrační list č. 8012-KL-10277-17, vydaný ČMI Praha, platnost kalibrace stanovená laboratoří je 2 roky, tedy do 5.6.2019. Kalibrace byly provedeny včetně prodlužovacích mikrofonních kabelů v případě jejich nasazení.

Meteorologická stanice: Meteorologická stanice: Termický anemometr Airflow TA-35, výr. č. 113447 se sondou TP-330-1, kalibrační list č. ANM – 150194, vydaný dne 25.11.2015, platnost do 24.11.2018. Vlasový barometr Brüel & Kjaer UZ-0001. Teploměr a vlhkoměr Airflow Commet D-3121, výr. č. 04910004, kalibrační list č. 1033-KL-70180-16, vydaný ČHMÚ Praha dne 8.11.2016, platný do 7.11.2019.

Vibrometr: Spektrální analyzátor Brüel & Kjaer typ 3560C, výr.č. 2402212, kal. list č. 8012-KL-50284-15 vydaný dne 15.9.2015, platnost kalibrace stanovená laboratoří je 5 let, tedy do 14.9.2020. Snímače vibrací Brüel & Kjaer: typ 4370 výr.č. 30770, kal. list č. 8012-KL-50151-16, platný do 13.4.2021; typ 4370 výr.č. 30772, kal. list č. 8012-KL-50152-16, platný do 13.4.2021; typ 4370 výr.č. 1207954, kal. list č. 8012-KL-50150-16, platný do 13.4.2021.

Vibrační kalibrátor: Brüel & Kjaer typ 4294, výr.č. 1396982, kalibrační list č. 8012-KL-50219-16 vydaný dne 13.6.2016, platnost kalibrace stanovená laboratoří je 2 roky, tedy do 12.6.2018.

4 Zdroj hluku a vibrací

Měřeným zdrojem hluku a vibrací je doprava na železniční trati č. 521, úsek Karlštejn – Beroun. V době měření nebylo v měřených profilech trati zjištěno žádné omezení, bylo však instalováno na přímo navazujících úsecích a jeho následkem byl přesun nákladní dopravy na noc, na všech bodech bylo tedy měřeno dvoufázově v denní a noční době tak, aby byl zachycen odpovídající vzorek dopravy.

Měřený úsek je tratí mezinárodního významu využívanou osobní i nákladní dopravou, je součástí 3. tranzitního koridoru osobní dopravy.

4.1 Parametry trati

Trať starého typu, 2-kolejná, elektrifikovaná. V měřeném úseku byla provedena výměna kolejí, železniční svršek v dobrém technickém stavu. Maximální rychlost v měřeném úseku je 100 km/h v obou směrech.

Kolejnice tvaru S 49 na betonových pražcích SB 8 nebo SB 6, tuhé upevnění K na žebrových podkladnicích. Stará infrastruktura, bez broušení kolejnic a bez protihlukových prvků. Výška štěrkového lože cca 20-30 cm.



Detail železničního svršku



Charakteristický stav trati v době měření

4.2 Technologie železniční dopravy (RPDI 2016/2017)

kategorie GVD	kategorie RMR	Loko	Počet den (6-22 h)	Počet noc (22-6 h)	Popis kategorie
R, Ex	2	362 380	45	3	Rychlík, Expres; Elektrická lokomotiva, rychlíkové osobní vagony, podíl diskových brzd cca 80 %
Os, Sv	3	471	57	13	Osobní vlak, elektrická třídlíná jednotka 471 City Elefant, případně soupravový (Sv) - zpražené 2 jednotky. Brzdy diskové
N	4	363 753	10	8	Nákladní vlaky, trakce elektrická nebo dieselová, převážně špalkové brzdy litinové, zastoupení tichých vagonů cca 10 %
Mn	4	742	1	0	Manipulační nákladní vlaky a pracovní vlaky, trakce dieselová, brzdy špalkové litinové
Lv	různé	různé	1	0	Lokomotivní vlaky: Strojní jízdy lokomotiv, stavební a servisní stroje, traťová služba atd.

*) Kategorie železničních vozidel dle Metodiky výpočtu a hodnocení hluku z železniční dopravy RMR SRM II (Reken- en Meetvoorschriften Railverkeerslawaa), úprava 2012

4.3 Přehledná mapa měřené trati

Základní mapa ČR M 1:8000, zdroj ČÚZK. Tisk bezrozměrný.



5 Měření hluku

Účelem měření je pořízení náměrů hlučnosti jednotlivých typů vlakových souprav v referenčních bodech umístěných u měřených obytných budov a následné stanovení hlukové zátěže pro hodnotící doby postihující pouze hluk z měřené železniční trati. Měřící body byly přednostně umístěny u fasády domů orientované k trati, ve výškové úrovni středu oken v nejvyšším obytném podlaží měřeného domu, reprezentují nejexponovanější venkovní chráněný prostor a současně vypovídají o hlukové zátěži celých skupin domů v obdobné pozici k trati. Na trati v měřených profilech nejsou provedena žádná protihluková opatření, železniční svršek je v dobrém technickém stavu, akustická drsnost povrchu kolejnic odpovídá nové koleji. Hluk z trati je po celou dobu průjezdu vlakové soupravy v přímém dopadu na body měření, vzhledem k malé vzdálenosti bodů od trati není šíření hluku závislé na meteorologických podmínkách, z toho důvodu byly sledovány pouze okrajově formou průměru za dobu měření hluku. Během měření nedošlo k žádným problémům na měřicí technice. Kalibrace zvukoměrů byla provedena před a po měření, nebyly zjištěny odchylky přesahující 0.1 dB.

5.1 Způsob měření hluku z železniční dopravy

Měřeno bylo formou zkrácených náměrů po dobu průjezdu vlaku, zaznamenávána byla hladina hlukové expozice (SEL) $L_{AE(i)}$ [dB] na dynamické charakteristice Fast pro jednotlivé průjezdy. L_{AE} je neproměnnou hladinou hluku, jehož působení po dobu 1 s odpovídá akustická energie, totožná s energií zkoumaného hluku s proměnnou hladinou. Z naměřených $L_{AE(i)}$ pro jednotlivé průjezdy vlaků jsou stanoveny průměrné hodnoty L_{AE} pro definované kategorie vlaků (viz kapitola 4.2 tohoto protokolu) jako energetický průměr všech pořízených záznamů vlaků dané kategorie podle vztahu:

$$L_{AE} = 10 * \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 * L_{AE(i)}} \right) \quad [\text{dB}]$$

kde je L_{AE} průměrná hladina hlukové expozice v dané kategorii vlaků [dB];
 $L_{AE(i)}$ i -tá naměřená hladina hlukové expozice v dané kategorii vlaků [dB];
 n počet naměřených údajů (průjezdů vlaků) v dané kategorii

Tento postup byl zvolen za účelem podchycení reálného provozního stavu na měřeném úseku trati. Takto vypočtená hodnota $L_{AE(n)}$ se přepočte na hodnotu $L_{Aeq,T}$ pro udaný počet průjezdů vlaků za hodnotící dobu T , výpočet je proveden podle vztahu:

$$L_{Aeq,T} = 10 * \log \frac{1}{T} \sum_{i=1}^N \left(n_i * 10^{\left(\frac{L_{AE}(n)}{10} \right)} \right) \quad [\text{dB}]$$

kde je $L_{Aeq,T}$ ekvivalentní hladina hluku A pro dobu T [dB];
 T trvání hodnotící doby v sekundách [den = 57600 s, noc = 28800 s];
 N počet kategorií vlaků;
 L_{AE} průměrná hladina hlukové expozice v dané kategorii vlaků [dB];
 n_i celkový počet průjezdů vlaků v dané kategorii za hodnotící dobu

Hlučnost dominantního zdroje (dráha) při všech uvedených průjezdech vlaků převýšila hladinu hluku pozadí o více jak 15 dB a vliv zbytkového hluku na naměřené hodnoty je tedy nulový.

5.2 Hygienické limity hluku

Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a dráhách se ekvivalentní hladina akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$ stanoví pro celou denní ($L_{Aeq,16h}$) a celou noční dobu ($L_{Aeq,8h}$). Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku A $L_{Aeq,T} = 50$ dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 3 k nařízení vlády č. 272/2011 Sb. Body leží v ochranném pásmu dráhy. Na měřený stávající stav trati lze uplatnit korekci pro starou hlukovou zátěž.

Pro hluk z provozu na řešené železnici (dominantní zdroj) jsou tedy hygienické limity stanoveny na $L_{Aeq,T} = 70$ dB pro den (6-22 h) a $L_{Aeq,T} = 65$ dB pro noc (22-6 h).

5.3 Meteorologické podmínky

Po celou dobu měření hluku probíhalo měření meteorologických podmínek formou odečtu průměru za dobu měření hluku.

Při měření v denní době (22.11.2017) bylo zataženo nízkou oblačností, bez srážek. Při nočních měřeních bylo jasno až polojasno, bez deště, povrch trati a pozemních komunikací převážně suchý, později v noci se místy tvořila jinovatka.

Naměřené hodnoty, průměr za dobu měření (výška sond 3 m nad terénem):

Datum měření, číslo bodu	Rychlost větru v_e [m.s ⁻¹]	Směr větru (azimut) [°]	Teplota t_e [°C]	Rel. vlhkost Rh [%]	Atm. tlak p_e [hPa]
22.11.2017; bod 1	2.1	164	6.2	69	981
28.11.2017; bod 3	0	bezvětrí	1.6	74	1010
6.12.2017; bod 1	0.6	274	2.4	86	1019

5.4 Přehled bodů měření

Bod #	Adresa	Využití (dle zápisu v KN)	Výška mikrofону [m]
1	Karlštejn č.p. 192	rodinný dům	4
2	Srbsko č.p. 37	rodinný dům	4
3	Srbsko č.p. 44	rodinný dům	5
4	Tetín, Župní 101	rodinný dům	5

5.5 Situace bodů měření

Bod 1. Katastrální mapa M 1:500 s podkladem leteckého snímku, ČÚZK. Tisk bezrozměrný.



Bod 2, Srbsko č.p. 37

Katastrální mapa M 1:500 s podkladem leteckého snímku, ČÚZK. Tisk bezrozměrný, upraveno.



Bod 3, Srbsko č.p. 44

Katastrální mapa M 1:500 s podkladem leteckého snímku, ČÚZK. Tisk bezrozměrný, upraveno.



Bod 4, Tetín, Župní 101

Katastrální mapa M 1:500 s podkladem leteckého snímku, ČÚZK. Tisk bezrozměrný, upraveno.



5.6 Výsledky měření hluku

Karlštejn č.p. 192

Měřicí bod č. 1

Mikrofon byl umístěn na stativu ve vodorovné poloze kolmo na osu trati, 2 m od fasády kolmé k ose trati, před oknem v 2.NP měřeného domu, orientovaném k železniční trati, nasazen kryt proti větru. Podmínky pro odečet korekce $K(f) = 2$ dB pro měření na odrazivé fasádě jsou zde splněny.

Objekt leží v OP dráhy, nemá okna pobytových místností orientovaná přímo k trati.

V šíření hluku z železnice na měřicí bod neleží žádná překážka, trať je zde vedena na náspu cca 2 m nad úrovní terénu u domu. Současně zde bylo provedeno měření vibrací z provozu na železnici.

Hluk z automobilové dopravy je v bodě měření zcela převyšován železniční dopravou. Hlučnost dominantního zdroje (dráha) při všech uvedených průjezdech vlaků převýšila hladinu hluku pozadí o více jak 15 dB a vliv zbytkového hluku na naměřené hodnoty je tedy nulový.

Bod 1: Záznam naměřených hodnot (nekorigováno):

Čas	Vlak	Loko (řada)	Vagonů	Směr	SEL [dB]	Druh brzdy	Poznámka
22.11.2017							
12:49	R	362	5	Beroun	87.9	mix	3x brzdy disk
12:50	Os	471	3	Praha	79.4	disk	1 jednotka City Elefant
13:04	Os	471	6	Beroun	82.3	disk	2 jednotky City Elefant
13:06	R	362	5	Praha	86.5	disk	pomaleji
13:10	Lv	Unimat	1	Beroun	85.6	blok litina	Podbíječka + 1
13:45	Ex	362	4	Beroun	86.7	disk	ALEX
13:50	Os	471	6	Praha	80.0	disk	2 jednotky City Elefant
14:03	Os	471	6	Beroun	83.3	disk	2 jednotky City Elefant
14:13	R	362	6	Praha	81.9	mix	3x brzdy disk
14:49	R	362	6	Beroun	85.7	mix	2x brzdy disk
14:52	Os	471	6	Praha	82.3	disk	2 jednotky City Elefant
15:05	Os	471	6	Beroun	85.1	disk	2 jednotky City Elefant
15:04	Mn	742	4	Praha	89.9	blok litina	Vagony Es
28.11.2017							
20:46	R	362	5	Beroun	88.3	mix	2x brzdy disk
20:52	Os	471	3	Praha	76.0	disk	1 jednotka City Elefant
20:53	N	363	26	Beroun	98.3	blok litina	Kontejnery
21:07	Os	471	3	Beroun	79.2	disk	1 jednotka City Elefant

...pokračování tabulky

21:09	R	362	6	Praha	79.1	disk	R, zastavil v zast.
21:18	N	122	22	Praha	94.7	blok litina	Vagony Falls
21:48	R	362	5	Beroun	86.7	disk	100% brzdy disk
21:53	Os	471	3	Praha	75.8	disk	1 jednotka City Elefant
21:59	N	363	16	Praha	91.1	blok litina	Smíšený
22:05	Os	471	3	Beroun	81.7	disk	1 jednotka City Elefant
22:20	Ex	223	5	Praha	87.2	disk	ALEX
22:53	Os	471	3	Praha	76.3	disk	1 jednotka City Elefant
23:01	N	363	30	Praha	90.0	blok litina	Cisterny
23:05	Os	471	3	Beroun	80.7	disk	1 jednotka City Elefant
23:08	N	183	35	Beroun	94.0	mix	Kont. 1/2 tiché
23:58	R	362	5	Beroun	84.1	disk	
0:16	Os	471	3	Beroun	80.3	disk	1 jednotka City Elefant
0:21	N	2x 742	16	Beroun	92.4	blok litina	Cement (Uacs), AWT

Bod 1: Průměrné hodnoty pro kategorie vlaků, nekorigováno:

Vlak	Loko řada	Kategorie RMR	L_{AE} (prům.) [dB]	Počet vlaků DEN 6-22 h	Počet vlaků NOC 22-6 h	Průměrně vagonů	Změřeno průjezdů
R, Ex	362, 681	K2	92.1	45	3	5	9
Os	471	K3	88.9	57	13	1-2 jednotky	13
N	122, 363	K4	102.9	10	8	27	3
Mn	742	K4	93.7	1	0	4	1
Lv	různé	různé	87.6	1	0	0	2

Bod 1: Celkové vypočtené hodnoty pro hodnotící dobu, nekorigováno:

Hodnotící doba	Dráha $L_{Aeq,T}$ [dB]	Zbytkový hluk $L_{Aeq,T}$ [dB]	Odstup ΔL [dB]	Nejistota U [dB]	Poznámka
Den (6-22 h)	67.4	45.2	22.2	±2.0	Pouze dráha
Noc (22-6 h)	67.7	40.8	26.9	±2.0	Pouze dráha

Srbsko č.p. 37

Měřicí bod č. 2

Mikrofon byl umístěn na stativu ve vodorovné poloze kolmo na osu trati, 2 m od fasády kolmé k ose trati, před oknem v 2.NP měřeného domu, orientovaném k železniční trati, nasazen kryt proti větru. Podmínky pro odečet korekce $K(f) = 2$ dB pro měření na odrazivé fasádě jsou zde splněny.

Objekt leží v OP dráhy, nemá okna pobytových místností orientovaná přímo k trati.

V šíření hluku z železnice na měřicí bod neleží žádná překážka, na trati je však nástupiště v zastávce osobních vlaků, které cloní bližší kolej.

Hluk z automobilové dopravy je v bodě měření zcela převýšen železniční dopravou. Hlučnost dominantního zdroje (dráha) při všech uvedených průjezdech vlaků převýšila hladinu hluku pozadí o více jak 15 dB a vliv zbytkového hluku na naměřené hodnoty je tedy nulový.

Bod 2: Záznam naměřených hodnot (nekorigováno):

Čas	Vlak	Loko (řada)	Vagonů	Směr	SEL [dB]	Druh brzdy	Poznámka
22.11.2017							
12:49	R	362	5	Beroun	95.0	mix	3x brzdy disk
12:50	Os	471	3	Praha	81.4	disk	1 jednotka City Elefant
13:04	Os	471	6	Beroun	85.1	disk	2 jednotky City Elefant
13:06	R	362	5	Praha	86.4	disk	pomaleji
13:10	Lv	Unimat	1	Beroun	84.7	blok litina	Podbíječka + 1
13:45	Ex	362	4	Beroun	92.6	disk	ALEX
13:50	Os	471	6	Praha	82.8	disk	2 jednotky City Elefant
14:03	Os	471	6	Beroun	84.9	disk	2 jednotky City Elefant
14:13	R	362	6	Praha	88.2	mix	3x brzdy disk
14:49	R	362	6	Beroun	91.0	mix	2x brzdy disk
14:52	Os	471	6	Praha	79.3	disk	2 jednotky City Elefant
15:05	Os	471	6	Beroun	85.7	disk	2 jednotky City Elefant
15:04	Mn	742	4	Praha	94.2	blok litina	Vagony Es
06.12.2017							
21:19	N	2x 363	40	Praha	101.3	blok litina	Cement (Uacs)
21:25	N	122	20	Praha	96.2	blok litina	Dřevo+cement, brzdí
21:37	Os	471	3	Beroun	85.1	disk	1 jednotka City Elefant
21:44	R	362	5	Beroun	94.8	disk	100% brzdy disk
21:56	Os	471	3	Praha	82.5	disk	1 jednotka City Elefant

...pokračování tabulky

22:01	Os	471	3	Beroun	86.3	disk	1 jednotka City Elefant
22:07	R	362	6	Praha	89.6	mix	3x brzdy disk
22:46	R	362	5	Beroun	93.4	mix	2x brzdy disk
22:50	Os	471	3	Praha	82.7	disk	1 jednotka City Elefant
23:03	Os	471	3	Beroun	83.0	disk	1 jednotka City Elefant
23:07	Lv	MVTV2	0	Beroun	87.3	blok litina	Trolej servis
23:26	R	362	5	Praha	87.9	mix	3x brzdy disk
23:42	N	363	28	Beroun	104.2	blok litina	Smíšený, rychle
23:51	Os	471	3	Praha	79.3	disk	1 jednotka City Elefant
23:55	N	363	19	Praha	101.7	mix	Kont. 1/3 tiché, pomaleji
0:04	Os	471	3	Beroun	82.6	disk	1 jednotka City Elefant
0:35	N	363+753	26	Beroun	104.0	mix	Kont. 1/3 tiché, pomaleji
1:14	Os	471	3	Beroun	85.7	disk	1 jednotka City Elefant
1:21	N	363	18	Beroun	101.5	mix	Kont. 1/2 tiché

Bod 2: Průměrné hodnoty pro kategorie vlaků, nekorigováno:

Vlak	Loko řada	Kategorie RMR	L_{AE} (prům.) [dB]	Počet vlaků DEN 6-22 h	Počet vlaků NOC 22-6 h	Průměrně vagonů	Změřeno průjezdů
R, Ex	362, 681	K2	91.9	45	3	5	9
Os	471	K3	83.8	57	13	1-2 jednotky	14
N	122, 363	K4	102.1	10	8	25	6
Mn	742	K4	94.2	1	0	4	1
Lv	různé	různé	86.2	1	0	0	2

Bod 2: Celkové vypočtené hodnoty pro hodnotící dobu, nekorigováno:

Hodnotící doba	Dráha $L_{Aeq,T}$ [dB]	Zbytkový hluk $L_{Aeq,T}$ [dB]	Odstup ΔL [dB]	Nejistota U [dB]	Poznámka
Den (6-22 h)	66.4	45.3	21.1	±2.0	Pouze dráha
Noc (22-6 h)	66.8	36.1	30.7	±2.0	Pouze dráha

Srbsko č.p. 44

Měřicí bod č. 3

Mikrofon byl umístěn na stativu ve vodorovné poloze kolmo na osu trati, 2 m od fasády, před oknem v 2.NP měřeného domu, orientovaném k železniční trati, nasazen kryt proti větru. Podmínky pro odečet korekce $K(f) = 2 \text{ dB}$ pro měření na odrazivé fasádě jsou zde splněny.

Objekt leží mimo OP dráhy, okna pobytových místností jsou orientována k trati.

V šíření hluku z železnice na měřicí bod neleží žádná překážka, širá trať je vedena za řekou Berounekou na náspu nebo v odřezu otevřeném k bodu měření, TK cca v rovině k terénu u měřeného objektu. Zastávka Os vlaků Srbsko zde již má jen mírný vliv.

Hluk z dopravy na okolních pozemních komunikacích je v bodě měření zcela převýšen železniční dopravou. Hlučnost dominantního zdroje (dráha) při všech uvedených průjezdech vlaků převýšila hladinu hluku pozadí o více jak 10 dB a vliv zbytkového hluku na naměřené hodnoty je tedy zanedbatelný.

Bod 3: Záznam naměřených hodnot (nekorigováno):

Čas	Vlak	Loko (řada)	Vagonů	Směr	SEL [dB]	Druh brzdy	Poznámka
22.11.2017							
12:49	R	362	5	Beroun	87.9	mix	3x brzdy disk
12:50	Os	471	3	Praha	79.4	disk	1 jednotka City Elefant
13:04	Os	471	6	Beroun	82.3	disk	2 jednotky City Elefant
13:06	R	362	5	Praha	86.5	disk	pomaleji
13:10	Lv	Unimat	1	Beroun	85.6	blok litina	Podbíječka + 1
13:45	Ex	362	4	Beroun	86.7	disk	ALEX
13:50	Os	471	6	Praha	80.0	disk	2 jednotky City Elefant
14:03	Os	471	6	Beroun	83.3	disk	2 jednotky City Elefant
14:13	R	362	6	Praha	81.9	mix	3x brzdy disk
14:49	R	362	6	Beroun	85.7	mix	2x brzdy disk
14:52	Os	471	6	Praha	82.3	disk	2 jednotky City Elefant
15:05	Os	471	6	Beroun	85.1	disk	2 jednotky City Elefant
15:04	Mn	742	4	Praha	89.9	blok litina	Vagony Es
28.11.2017							
20:46	R	362	5	Beroun	88.3	mix	2x brzdy disk
20:52	Os	471	3	Praha	76.0	disk	1 jednotka City Elefant
20:53	N	363	26	Beroun	98.3	blok litina	Kontejnery
21:07	Os	471	3	Beroun	79.2	disk	1 jednotka City Elefant

...pokračování tabulky

21:09	R	362	6	Praha	79.1	disk	R, zastavil v zast.
21:18	N	122	22	Praha	94.7	blok litina	Vagony Falls
21:48	R	362	5	Beroun	86.7	disk	100% brzdy disk
21:53	Os	471	3	Praha	75.8	disk	1 jednotka City Elefant
21:59	N	363	16	Praha	91.1	blok litina	Smíšený
22:05	Os	471	3	Beroun	81.7	disk	1 jednotka City Elefant
22:20	Ex	223	5	Praha	87.2	disk	ALEX
22:53	Os	471	3	Praha	76.3	disk	1 jednotka City Elefant
23:01	N	363	30	Praha	90.0	blok litina	Cisterny
23:05	Os	471	3	Beroun	80.7	disk	1 jednotka City Elefant
23:08	N	183	35	Beroun	94.0	mix	Kont. 1/2 tiché
23:58	R	362	5	Beroun	84.1	disk	
0:16	Os	471	3	Beroun	80.3	disk	1 jednotka City Elefant
0:21	N	2x 742	16	Beroun	92.4	blok litina	Cement (Uacs), AWT

Bod 3: Průměrné hodnoty pro kategorie vlaků, nekorigováno:

Vlak	Loko řada	Kategorie RMR	L_{AE} (prům.) [dB]	Počet vlaků DEN 6-22 h	Počet vlaků NOC 22-6 h	Průměrně vagonů	Změřeno průjezdů
R, Ex	362, 681	K2	86.1	45	3	5	10
Os	471	K3	81.0	57	13	1-2 jednotky	13
N	122, 363	K4	94.3	10	8	24	6
Mn	742	K4	89.9	1	0	4	1
Lv	různé	různé	85.6	1	0	0	1

Bod 3: Celkové vypočtené hodnoty pro hodnotící dobu, nekorigováno:

Hodnotící doba	Dráha $L_{Aeq,T}$ [dB]	Zbytkový hluk $L_{Aeq,T}$ [dB]	Odstup ΔL [dB]	Nejistota U [dB]	Poznámka
Den (6-22 h)	59.7	51.4	8.3	±2.0	Pouze dráha
Noc (22-6 h)	59.3	43.3	16.0	±2.0	Pouze dráha

Tetín, Župní 101

Měřicí bod č. 4

Mikrofon byl umístěn na stativu ve vodorovné poloze kolmo na osu trati, 2 m od fasády, před oknem v 1.NP měřeného domu, orientovaném k železniční trati, nasazen kryt proti větru. Podmínky pro odečet korekce $K(f) = 2$ dB pro měření na odrazivé fasádě jsou zde splněny.

Objekt leží mimo OP dráhy, okna pobytových místností jsou orientována k trati, měřený dům leží vysoko nad tratí ve svahu skloněném k trati.

V šíření hluku z železnice na měřicí bod cloní zalesněný terén, širá trať je vedena v odřezu hluboko pod úrovní měřeného domu v údolí Berounky.

Hluk z dopravy na okolních pozemních komunikacích byl z měření vyloučen, zohledněné náměry SEL obsahují pouze hluk z železniční dopravy bez rušení. Hlučnost při všech měřených průjezdech vlaků převýšila hladinu hluku pozadí o více jak 10 dB a vliv zbytkového hluku na naměřené hodnoty je tedy zanedbatelný, hluk z automobilové dopravy není do hluku pozadí započten, rušené náměry vlaků jsou z dalšího zpracování vyloučeny.

Bod 4: Záznam naměřených hodnot (nekorigováno):

Čas	Vlak	Loko (řada)	Vagonů	Směr	SEL [dB]	Druh brzdy	Poznámka
22.11.2017							
12:53	Os	471	3	Beroun	63.6	disk	1 jednotka City Elephant
13:04	R	362	5	Praha	67.2	disk	pomaleji
13:07	Os	471	6	Beroun	65.1	disk	2 jednotky City Elephant
13:12	Lv	Unimat	1	Beroun	66.5	blok litina	Podbíječka + 1
13:47	Ex	362	4	Beroun	65.2	disk	ALEX
13:47	Os	471	6	Praha		disk	rušeno
14:06	Os	471	6	Beroun	65.8	disk	2 jednotky City Elephant
14:10	R	362	6	Praha	67.6	mix	3x brzdy disk
14:49	Os	471	6	Praha	64.9	disk	2 jednotky City Elephant
14:51	R	362	6	Beroun	63.3	mix	2x brzdy disk
15:03	Os	471	6	Beroun	64.2	disk	2 jednotky City Elephant
15:08	Mn	742	4	Praha	71.4	blok litina	Vagony Es
15:19	Os	471	3	Praha		disk	rušeno
15:22	Os	471	6	Beroun		disk	rušeno
28.11.2017							
20:35	Os	471	3	Beroun	57.8	disk	1 jednotka City Elephant
20:46	R	362	5	Beroun	67.4	mix	2x brzdy disk
20:52	Os	471	3	Praha	57.1	disk	1 jednotka City Elephant

...pokračování tabulky

20:53	N	363	26	Beroun	76.4	blok litina	Kontejnery
21:07	Os	471	3	Beroun		disk	rušeno
21:09	R	362	6	Praha	59.7	disk	R, zastavil v zast.
21:18	N	122	22	Praha	73.1	blok litina	Vagony Falls
21:48	R	362	5	Beroun	64.7	disk	100% brzdy disk
21:53	Os	471	3	Praha	56.2	disk	1 jednotka City Elefant
21:59	N	363	16	Praha	72.2	blok litina	Smíšený
22:05	Os	471	3	Beroun	60.3	disk	1 jednotka City Elefant
22:20	Ex	223	5	Praha	69.7	disk	ALEX
22:53	Os	471	3	Praha	58.0	disk	1 jednotka City Elefant
23:01	N	363	30	Praha	70.1	blok litina	Cisterny
23:05	Os	471	3	Beroun	58.4	disk	1 jednotka City Elefant
23:08	N	183	35	Beroun	77.1	mix	Kont. 1/2 tiché
23:58	R	362	5	Beroun	60.7	disk	
0:16	Os	471	3	Beroun	64.0	disk	1 jednotka City Elefant
0:21	N	2x 742	16	Beroun	68.5	blok litina	Cement (Uacs), AWT

Bod 4: Průměrné hodnoty pro kategorie vlaků, nekorigováno:

Vlak	Loko řada	Kategorie RMR	L_{AE} (prům.) [dB]	Počet vlaků DEN 6-22 h	Počet vlaků NOC 22-6 h	Průměrně vagonů	Změřeno průjezdů
R, Ex	362, 681	K2	66.6	45	3	5	8
Os	471	K3	62.5	57	13	1-2 jednotky	12
N	122, 363	K4	74.0	10	8	24	6
Mn	742	K4	71.4	1	0	4	1
Lv	různé	různé	66.5	1	0	0	1

Bod 4: Celkové vypočtené hodnoty pro hodnotící dobu, nekorigováno:

Hodnotící doba	Dráha $L_{Aeq,T}$ [dB]	Zbytkový hluk $L_{Aeq,T}$ [dB]	Odstup ΔL [dB]	Nejistota U [dB]	Poznámka
Den (6-22 h)	40.0	0.0	40.0	±2.0	Pouze dráha
Noc (22-6 h)	39.1	0.0	39.1	±2.0	Pouze dráha

6 Měření vibrací

Účelem měření je pořízení náměrů vibrací při jednotlivých průjezdech vlakových souprav v referenčním bodě umístěném na zemní sondě v blízkosti objektu dle měření hluku. Provoz na železnici je jediným zdrojem přerušovaných vibrací, technické ani jiné zdroje vibrací nebyly za dobu měření zjištěny, vliv provozu na pozemních komunikacích je zanedbatelný.

Měřicí bod byl umístěn na zemní sondě na hranici pozemku při měřeném rodinném domě, neboť majitelé nebyli zastiženi. Objekt leží celý v ochranném pásmu dráhy, sonda byla umístěna v ose fasády domu přilehlé k trati a reprezentuje pobytovou část měřeného objektu ve vztahu k trati. Během měření nedošlo k žádným problémům na měřicí technice.

Vibrace byly měřeny v I. třídě přesnosti s tolerancí ± 2 dB v souladu s metodickým návodem pro měření a hodnocení hluku v pracovním prostředí a vibrací. Po celou dobu měření bylo počasí jasno, bez deště. Povrch trati a pozemních komunikací suchý. V době měření byl terén silně nasáklý vodou, hladina spodní vody nezjištěna.

6.1 Způsob měření vibrací

Při měření vibrací se postupuje podle normových metod, kterými se rozumí metody obsažené v mezinárodně platné technické normě, jejichž dodržením se výsledek co do záchytnosti, přesnosti a reprodukovatelnosti výsledků považuje za prokázaný.

Snímače vibrací byly upevněny na kovový disk o předepsané hmotnosti 2.5 kg. Tato sestava byla umístěna na kovové sondě zapuštěné 1 m do terénu v ose fasády domu přivrácené k trati. Před měřením a po měření byl používán snímač kalibrován. Měření vibrací se provádí na povrchu konstrukcí, které jsou přímo spojeny se součástí stavby tvořící oporu lidského těla, v daném případě umístění odpovídá základové desce domu. Vibrace ve vertikálním směru a obou horizontálních směrech byly měřeny současně analyzátořem BK 3560C PULSE, vždy pro celou dobu průjezdu vlakové soupravy.

Na měřicím místě byl signál lineárně integrován po celou dobu trvání náměru. Naměřené hodnoty byly ukládány do paměti přístroje. Další zpracování dat bylo provedeno na PC pomocí originálního programového vybavení. Všechny výsledky měření jsou zdokumentovány a data archivována včetně náměrů v protokolu neuvedených.

Z naměřených hodnot zrychlení vibrací pořízených formou spektrální analýzy v reálném čase ve všech osách byla stanovena výsledná vážená hladina zrychlení vibrací pro osu a vlak dle vztahu:

$$L_{aw} = 10 \log \left(\sum_{i=1}^{20} 10^{0,1(L_{ati} + K_{ci})} \right) \quad [\text{dB}]$$

kde je

L_{ati}	hladina zrychlení vibrací v i-tém třetinooktávovém frekvenčním pásmu v dB
i	index příslušného třetinooktávového pásma
K_{ci}	korekce pro příslušné třetinooktávové pásmo

Specifikace směrů měření (osy X,Y,Z):

Osa Z	směr vertikální;
Osa X	směr horizontální příčný, kolmo na osu trati
Osa Y	směr horizontální podélný, rovnoběžný s osou trati

6.2 Hygienické limity vibrací

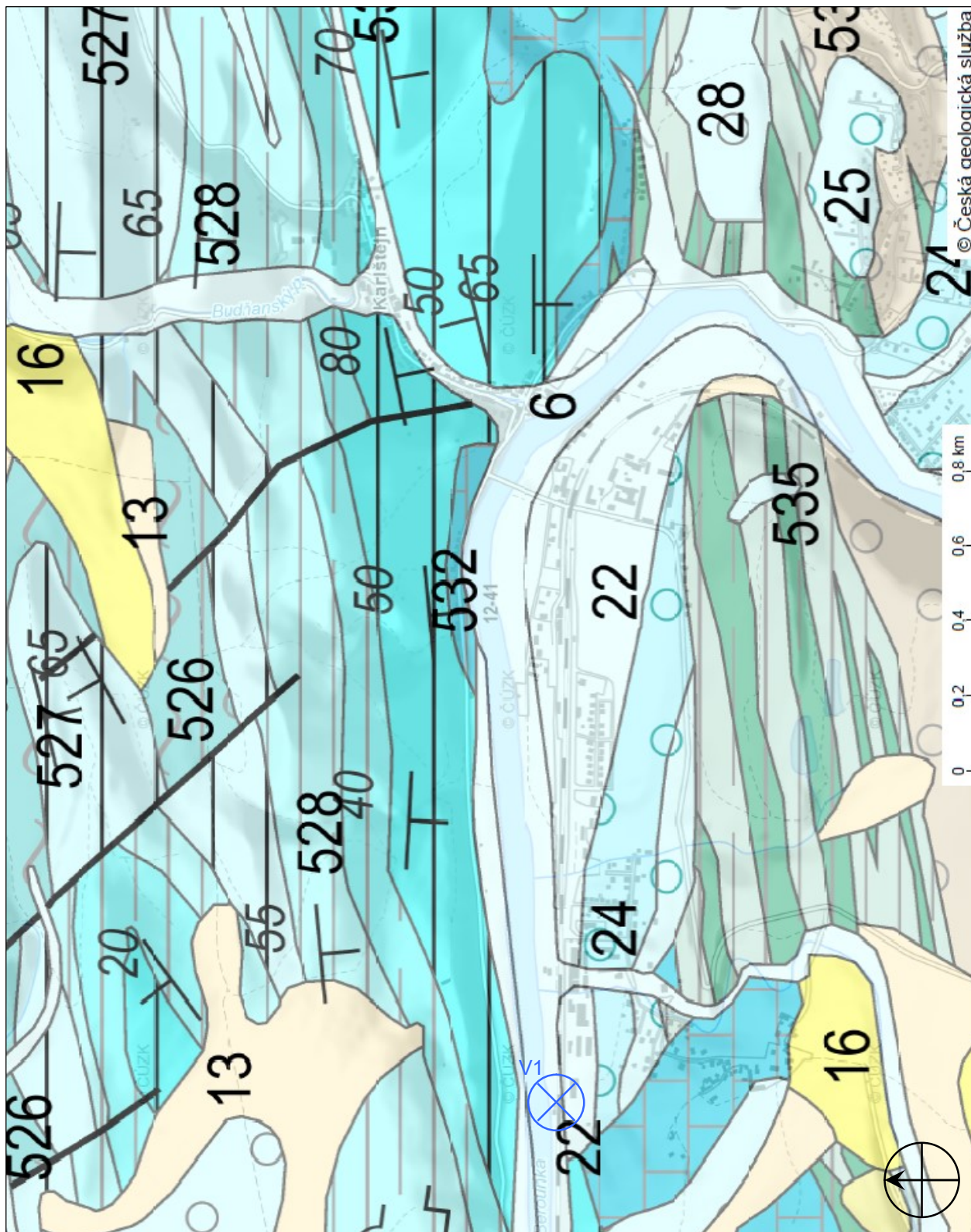
Hygienický limit vibrací v chráněných vnitřních prostorech staveb se vyjadřuje průměrnou váženou hladinou zrychlení vibrací ($L_{aw,T}$), základní limit $L_{aw,T} = 75$ dB. Hygienické limity vibrací v chráněných vnitřních prostorech staveb se vztahují na horizontální a vertikální vibrace v místě pobytu osob a k době trvání vibrací T. Pro přerušované a nepřerušované vibrace v obytných místnostech je dle přílohy č. 5 k NV 272/2011 Sb. k základnímu limitu 75 dB připočtena korekce 6 dB pro den, resp. 3 dB pro noc.

Hygienický limit vibrací v daném případě tedy je $L_{aw,T} = 81$ dB pro den a $L_{aw,T} = 78$ dB pro noc. S ohledem na povahu zdroje jsou naměřené hodnoty porovnávány s přísnějším limitem pro noc.

6.3 Geologická charakteristika území

Plocha určená k posouzení přenosu vibrací z trati do měřeného domu leží na území holocenních nivních sedimentů (6, fluvialní nečlenené sedimenty), což je podloží silně náchylné na intenzivní přenos vibrací v případě nasycení terénu vodou. Déle trvající zvodnění podpovrchových vrstev zde může nastat pouze při sezonním nebo klimaticky daným vzestupem hladiny spodní vody. Podloží je stabilní. Srážková voda má na celé měřené ploše volný odtok, nasycení terénu vodou může mít jen krátkodobé trvání.

Geologická mapa M 1:25000 (tištěno bezrozměrně, zdroj Geoportál ČGS):



6.4 Výsledky měření vibrací

Karlštejn č.p. 192

Měřicí bod č. V1

Měřený objekt odpovídá bodu měření hluku č. 1. Sestava snímačů byla umístěna na ocelové zemní sondě zavrtané 1 m do rostlého terénu na hranici pozemku u příjezdové cesty, cca v úrovni fasády budovy přivrácené k trati. Náměry byly prováděny při průjezdech vlakových souprav v obou směrech. Vibrace ve vertikální a obou horizontálních osách byly měřeny současně vícekanálovým hladinovým analyzátořem, vždy pro celou dobu průjezdu celé soupravy.

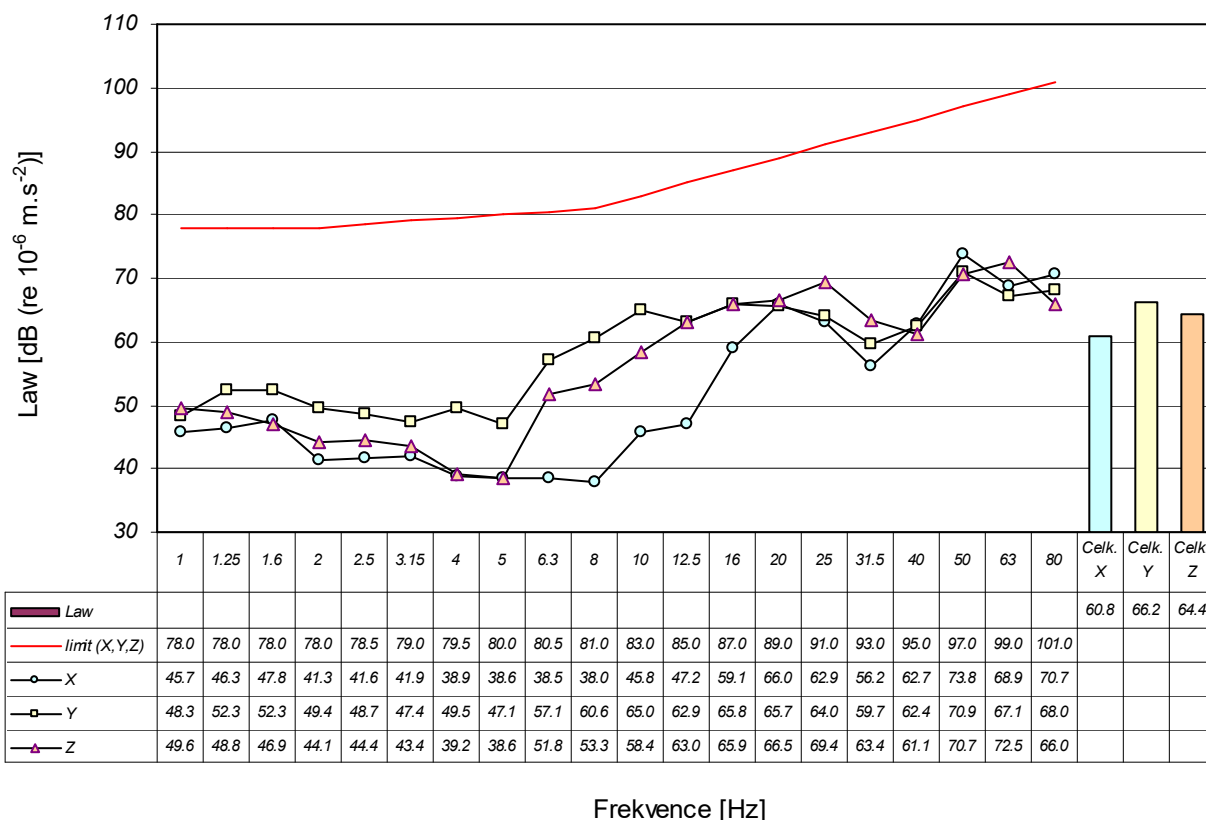
Vzdálenost snímače od osy nejbližší traťové koleje: 7 m.

Celkem bylo změřeno 18 průjezdů vlaků. Ke zvýrazněným vlakům jsou otištěna spektra.

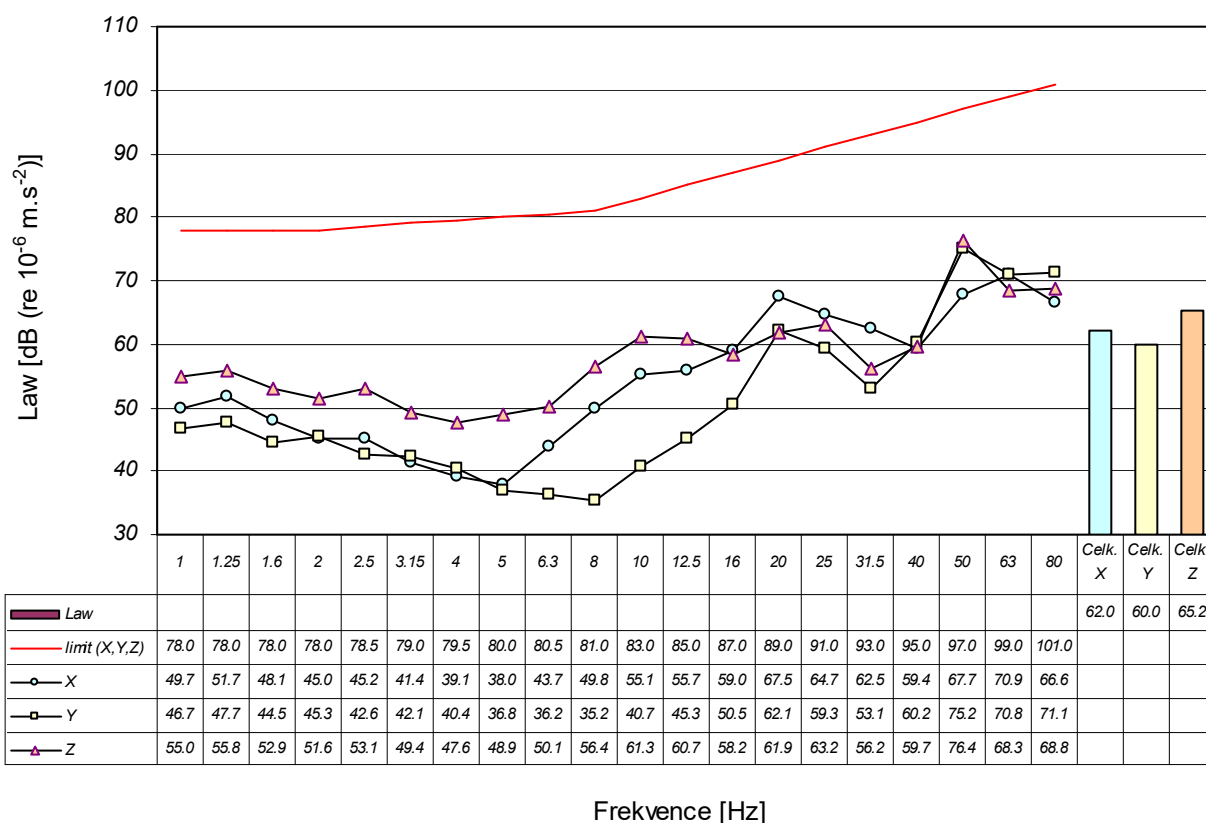
Přehled naměřených hodnot:

Čas	Vlak	Loko (řada)	Vagonů	Směr	Law(i) pro měřicí osy			Poznámka
					Osa X	Osa Y	Osa Z	
12:35					57.5	56.7	57.0	Pozadí, na trati klid
12:47	R	362	5	Beroun	60.8	66.2	64.4	3x brzdy disk
12:53	Os	471	3	Praha	58.7	57.2	62.3	1 jednotka City Elephant
13:02	Os	471	6	Beroun	62.0	60.0	65.2	2 jednotky City Elephant
13:07	Lv	UNI	1	Beroun	59.6	60.7	60.8	Podbýječka + 1
13:08	R	362	5	Praha	59.5	59.7	62.9	pomaleji
13:44	Ex	362	4	Beroun	66.1	65.7	67.4	ALEX
20:09	R	362	5	Praha	59.4	62.4	61.6	100% brzdy disk
20:20	N	2x 363	40	Praha	70.4	72.6	73.0	Cement (Uacs)
20:25	N	122	20	Praha	66.0	66.0	66.7	Dřevo+cement, brzdí
20:31	Os	471	3	Beroun	62.1	61.7	60.5	1 jednotka City Elephant
20:46	R	362	5	Beroun	62.2	62.4	63.4	100% brzdy disk
22:06	Lv	MVTV2	0	Beroun	57.4	59.9	60.7	Trolej servis
22:31	R	362	5	Praha	62.1	66.3	62.8	3x brzdy disk
22:43	N	363	28	Beroun	72.1	70.9	72.8	Smišený, rychle
22:56	Os	471	3	Praha	62.0	64.1	60.7	1 jednotka City Elephant
23:01	N	363	19	Praha	68.9	71.2	71.8	Kont. 1/3 tiché, pomaleji
23:05	Os	471	3	Beroun	60.6	61.9	62.1	1 jednotka City Elephant
23:37	N	363+753	26	Beroun	70.4	72.4	72.3	Kont. 1/3 tiché, pomaleji

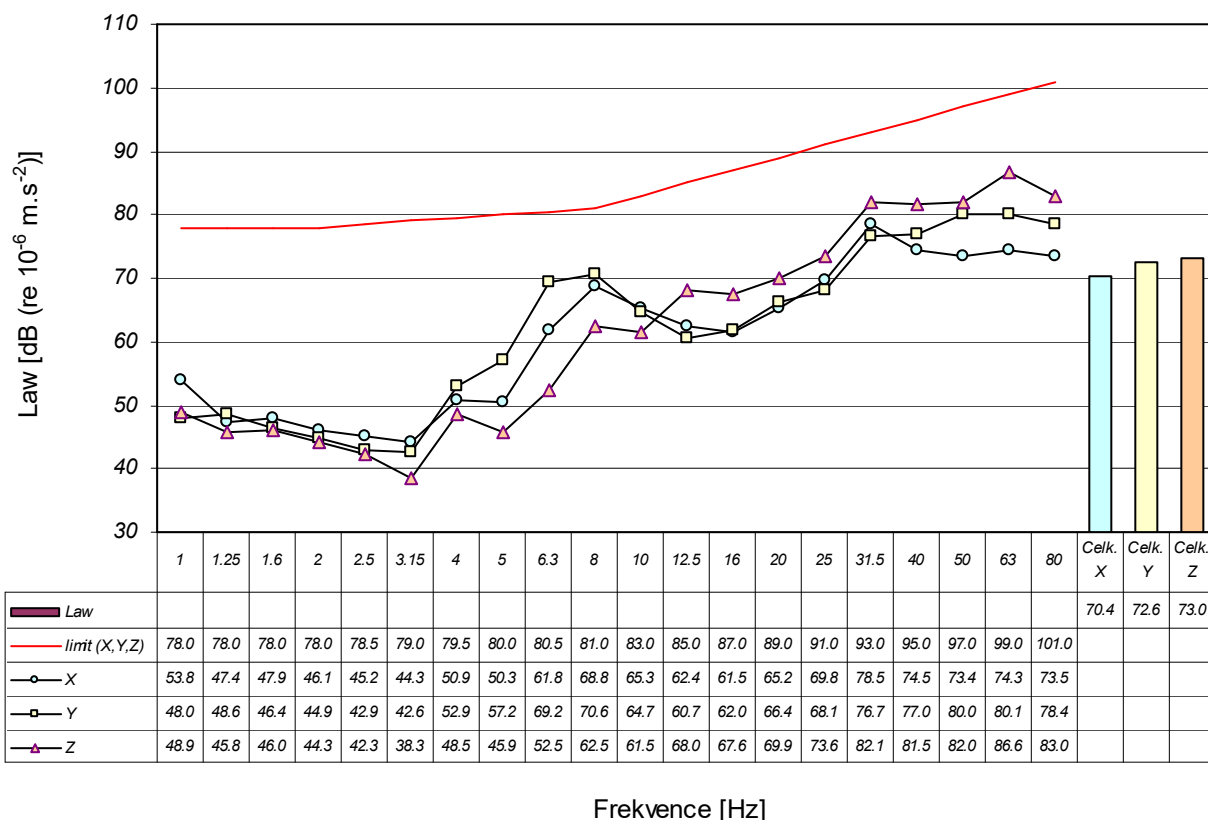
Rychlík 362+5, 12:47 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



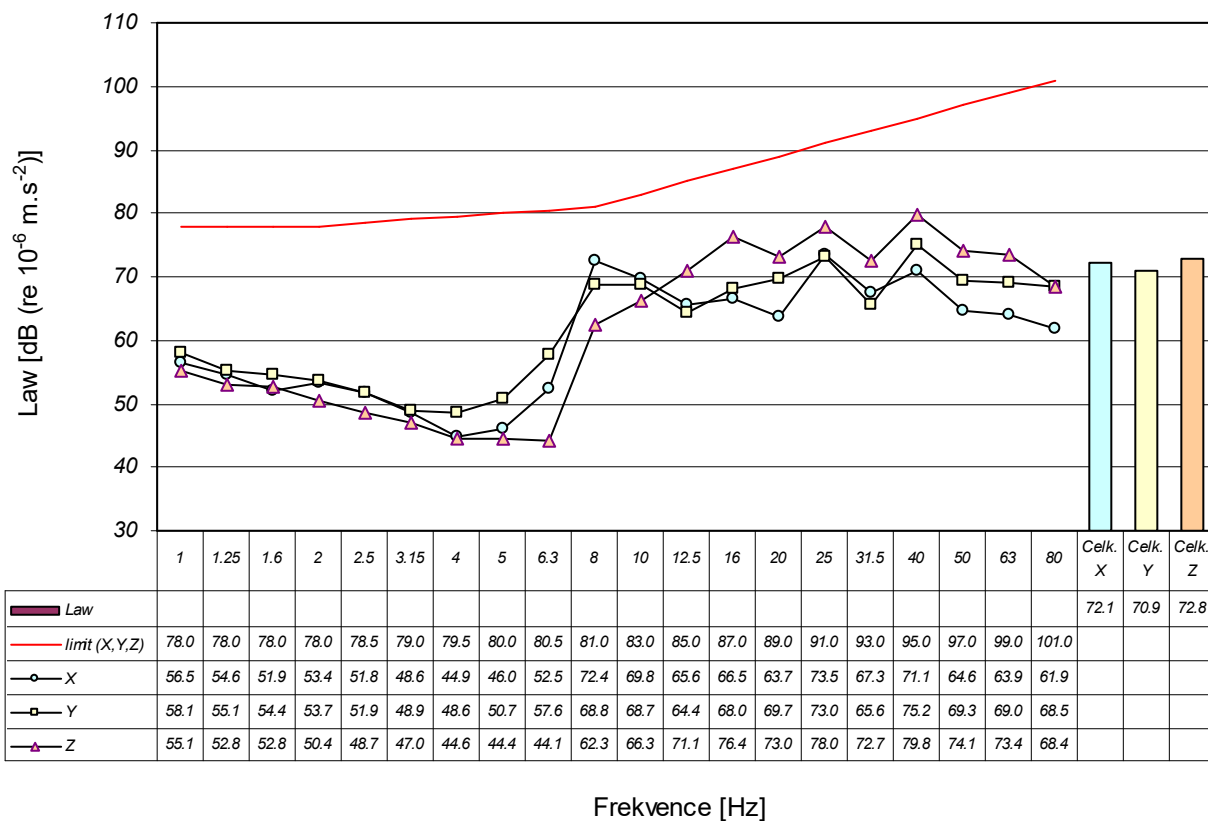
Os 2x471, 13:02; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



N, 40 x cement, 20:20 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



N, 28 x mix, 22:43 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



7 Stanovení výsledných hodnot

7.1 Stanovení výsledných hodnot hluku

V souladu s metodickým návodem č.j. 62545/2010-0VZ-32.3-1.11.2010 je od naměřených hodnot hluku odečtena korekce $K(f)$ v její minimální hodnotě 2 dB, neboť body jsou umístěny na fasádě budov s podílem mezní úchytky rovinné odrazivé plochy nad 0.3 m. Naměřené hodnoty nejsou korigovány korekcí $K(p)$ na vliv zbytkového hluku (pozadí) dle metodického návodu č.j. HEM-300-11.12.01-34065, neboť hlučnost dominantního zdroje (dráha) při všech uvedených průjezdech vlaků převýšila hladinu hluku pozadí o více jak 15 dB a vliv zbytkového hluku na naměřené hodnoty je tedy nulový.

Korigování naměřených hodnot – Bod 1, Karlštejn č.p. 192:

Hodnotící doba	Naměřeno $L_{Aeq,T}$ [dB]	Korekce $K(p)$ [dB]	Korekce $K(f)$ [dB]	Korigovaná hodnota $L_{Aeq,T} - K(p) - K(f)$ [dB]	Nejistota U [dB]
Den	67.4	0.0	2.0	65.4	±2.0
Noc	67.7	0.0	2.0	65.7	±2.0

Korigování naměřených hodnot – Bod 2, Srbsko č.p. 37:

Hodnotící doba	Naměřeno $L_{Aeq,T}$ [dB]	Korekce $K(p)$ [dB]	Korekce $K(f)$ [dB]	Korigovaná hodnota $L_{Aeq,T} - K(p) - K(f)$ [dB]	Nejistota U [dB]
Den	66.4	0.0	2.0	64.4	±2.0
Noc	66.8	0.0	2.0	64.8	±2.0

Korigování naměřených hodnot – Bod 3, Srbsko č.p. 44:

Hodnotící doba	Naměřeno $L_{Aeq,T}$ [dB]	Korekce $K(p)$ [dB]	Korekce $K(f)$ [dB]	Korigovaná hodnota $L_{Aeq,T} - K(p) - K(f)$ [dB]	Nejistota U [dB]
Den	59.7	0.0	2.0	57.7	±2.0
Noc	59.3	0.0	2.0	57.3	±2.0

Korigování naměřených hodnot – Bod 4, Tetín, Župní 101:

Hodnotící doba	Naměřeno $L_{Aeq,T}$ [dB]	Korekce $K(p)$ [dB]	Korekce $K(f)$ [dB]	Korigovaná hodnota $L_{Aeq,T} - K(p) - K(f)$ [dB]	Nejistota U [dB]
Den	40.0	0.0	2.0	38.0	±2.0
Noc	39.1	0.0	2.0	37.1	±2.0

7.1.1 Stanovení výsledných hodnot

Dle ustanovení §20, odstavec (3) Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. se při hodnocení naměřených hodnot uplatňuje nejistota stanovená pro každý měřený bod a hodnotící dobu. Výsledná hodnota prokazatelně nepřekračuje hygienický limit, jestliže po odečtení hodnoty kombinované rozšířené nejistoty U je hygienickému limitu rovna nebo je nižší.

Hodnotící doba: Den (6-22 h); Noc (22-6 h).

Stanovení výsledných hodnot – Bod 1, Karlštejn č.p. 192:

Hodnotící doba	Korigovaná hodnota $L_{Aeq,T}$ [dB]	Nejistota U [dB]	Výsledná hodnota $L_{Aeq,T} - U$ [dB]	Limit $L_{Aeq,T}$ [dB]	Hodnocení
Den	65.4	±2.0	63.4	70.0	Vyhovuje
Noc	65.7	±2.0	63.7	65.0	Vyhovuje

Stanovení výsledných hodnot – Bod 2, Srbsko č.p. 37:

Hodnotící doba	Korigovaná hodnota $L_{Aeq,T}$ [dB]	Nejistota U [dB]	Výsledná hodnota $L_{Aeq,T} - U$ [dB]	Limit $L_{Aeq,T}$ [dB]	Hodnocení
Den	64.4	±2.0	62.4	70.0	Vyhovuje
Noc	64.8	±2.0	62.8	65.0	Vyhovuje

Stanovení výsledných hodnot – bod 3, Srbsko č.p. 44:

Hodnotící doba	Korigovaná hodnota $L_{Aeq,T}$ [dB]	Nejistota U [dB]	Výsledná hodnota $L_{Aeq,T} - U$ [dB]	Limit $L_{Aeq,T}$ [dB]	Hodnocení
Den	57.7	±2.0	55.7	70.0	Vyhovuje
Noc	57.3	±2.0	55.3	65.0	Vyhovuje

Stanovení výsledných hodnot – bod 4, Tetín, Župní 101:

Hodnotící doba	Korigovaná hodnota $L_{Aeq,T}$ [dB]	Nejistota U [dB]	Výsledná hodnota $L_{Aeq,T} - U$ [dB]	Limit $L_{Aeq,T}$ [dB]	Hodnocení
Den	38.0	±2.0	36.0	70.0	Vyhovuje
Noc	37.1	±2.0	35.1	65.0	Vyhovuje

7.2 Stanovení výsledných hodnot vibrací

Celkové výsledné hladiny zrychlení vibrací porovnatelné s limity jsou stanoveny jako energetický průměr ze všech pořízených náměrů pro jednotlivé osy za celou dobu měření na každém z měřících bodů, podle vztahu:

$$L_{aw,T} = 10 * \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 * L_{aw}(i)} \right) \quad [\text{dB}]$$

kde je $L_{aw,T}$ celková hladina zrychlení vibrací pro osu za dobu jejich působení [dB];
 $L_{aw(i)}$ i -tá naměřená hladina zrychlení vibrací pro danou osu [dB];
 n počet naměřených údajů (průjezdů vlaků)

Bod V1 – Karlštejn č.p. 192

Tabulka výsledných hodnot vibrací:

Bod #	Výsledná (X) $L_{aw,T}$ [dB]	Výsledná (Y) $L_{aw,T}$ [dB]	Výsledná (Z) $L_{aw,T}$ [dB]	Nejistota U [dB]	Limit – noc $L_{aw,T}$ [dB]	Závěr
V1	65.8	67.0	67.6	2.0	78.0	Vyhovuje

8 Závěr

Účelem měření je stanovení hluku a vibrací z provozu na trati č. 521, úsek Karlštejn (mimo) – Beroun (mimo), formou náměrů pro jednotlivé průjezdy vlakových souprav a následným výpočtem celkových hodnot pro hodnotící doby (den / noc).

V době měření nebylo v měřených profilech trati zjištěno žádné dočasné omezení dopravy, bylo však instalováno na přímo navazujících úsecích a jeho následkem byl přesun nákladní dopravy na večer a noc, na všech bodech bylo tedy měřeno dvoufázově v denní a noční době tak, aby byl zachycen odpovídající vzorek dopravy

8.1 Hluk

Výsledné hodnoty vypočtené na intenzitu dopravy poskytnutou objednatelem, vztažené k nejexponovanějšímu venkovnímu chráněnému prostoru měřených staveb pro bydlení, nepřekračují za daného provozu na trati hygienický limit pro den nebo noc na žádném z měřených bodů, viz kapitola 7.1.1 tohoto protokolu. Limity hluku použité v hodnocení vycházejí z předpokladu uplatnění korekcí pro starou hlukovou zátěž, neboť oproti roku 2000 došlo na trati k zásadnímu poklesu intenzity nákladní dopravy ve dne i v noci a je tedy předpoklad poklesu hlučnosti pro měřený stav.

8.2 Vibrace

Zvolený objekt (Karlštejn č.p. 192) leží na plochách kvarterních nepevněných sedimentů fluválního původu, což je podloží náchylné na intenzivní přenos vibrací, zvláště v případě nasycení terénu vodou. Naměřené hodnoty se však již při průjezdech těžkých vlaků vyšší rychlostí pohybovaly v době měření pod hygienickým limitem pro noc 78 dB mimo oblast nejistoty měření, stav vody v Berounce byl normální a nasycení terénu vodou odpovídalo ročnímu období s minimálním odparem, tedy spíše vyšší.

S ohledem na stav trati bez zjevných závad a charakter dopravy zde nepředpokládám razantní změnu stavu vlivem modernizace, pouze v případě dočasného zvodnění terénu (např. při a bezprostředně po povodni nebo při dlouhodobých vydatných deštích) zde lze očekávat nárůst vibrací oproti naměřeným hodnotám. Tento stav lze řešit buď aplikací antivibračních opatření na trati nebo dočasným snížením rychlosti na max. 40 km/h po dobu trvání zvodnění terénu.

2.2.2018

Libor Brož

Konec protokolu.

