



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Doprava

Ministerstvo dopravy
Státní fond dopravní
infrastruktury



Jiná ověření:

Paré:

Orientační schéma:


Razítko oprávněné osoby:





Podpis:

Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
000	30.09.2023	Definitivní odevzdání dokumentace	Mgr. Bc. Rudolf Polášek

Stavebník/Investor:	Správa železnic, státní organizace		SPRÁVA ŽELEZNIC
Adresa:	Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1		
Zástupce investora:	Stavební správa západ		
Adresa:	Ke Štvanici 656/3, 186 00 Praha 8		



Zhotovitel díla:	EXprojekt s.r.o.	
Adresa:	Heršpická 758/13, 619 00 Brno	
Kontakt:	T: +420 533 312 000 E: info@exprojekt.cz	
Zhotovitel objektu:	EXprojekt s.r.o.	
Adresa:	Heršpická 758/13, 619 00 Brno	
Kontakt:	T: +420 533 312 000 E: info@exprojekt.cz	
Hlavní projektant (HIP):	Ing. Petr Jemelka Ing. Dominik Mojžíšek	Specialista: Mgr. Martina Fialová, Ph.D.

Název stavby/akce:	Sanace železničního spodku Lovosice - Bohušovice		Označení investora: S631500901
			Zakázka: 2020-077
Název části:	Souhrnná technická zpráva		Označení části: B.6.1.2
Název objektu/dílčí části:	Hluková studie		Označení objektu/komplexu: -
Název přílohy:	-		Číslo přílohy (typ/pořadí): 1. 001
Název dílčí části přílohy:			Stupeň dokumentace: DUSP+PDPS
Odpovědný projektant: Ing. Jaromír Čápal	Zpracovatel přílohy: Ing. Jaromír Čápal	Měřítko: - Formáty: 42 x A4	Smluvní datum zpracování: 30.09.2023
Kraj: Ústecký	Katastrální území: viz textová část	TUDU: 0801 26	

Kódové označení přílohy:

S631500901_PDPS_B612X_XXXXXXX_XX_1_001_000

Doplňující údaje:

0	11.2021	1.vydání	Ing. Cápál	Ing. Cápál	Mgr. Mrštný	Mgr. Gabriel
Rev.	Datum	Popis	Vypracoval	Kreslil/psal	Kontroloval	Schválil
Objednatel: EXprojekt s.r.o. Heršpická 758/13 619 00 Brno 					Souprava:	
Zhotovitel: Ecological Consulting a. s. Legionářská 1085/8, 779 00 Olomouc tel: 585 203 166 e-mail: zp@ecological.cz 						
Projekt: „Sanace železničního spodku Lovosice - Bohušovice“					Číslo projektu:	-
					VP (HIP):	-
					Stupeň:	-
KÚ: Ústecký		OU:		Datum:	11/2021	
Obsah: Hluková studie					Archiv:	-
					Formát:	-
					Měřítko:	-
					Část:	-
					Příloha:	-

Objednatel: EXprojekt s.r.o.
Heršpická 758/13
619 00 Brno

Zpracovatel: Ecological Consulting a.s.
Legionářská 1085/8, 779 00 Olomouc

Akustická laboratoř
Brno, Kounicova 271/13
Tel. +420 513 034 292

listopad 2021


Ing. Jaromír Cápál

Seznam použitých zkratek

ŽST	železniční stanice
NV	Nařízení vlády
ChVePS	Chráněný venkovní prostor stavby
$L_{Aeq,T}$	Ekvivalentní hladina akustického tlaku za čas T
L_{wA}	Akustický výkon
$L_{aw,T}$	Vážená hladinou zrychlení vibrací za dobu T
Ex	Expresní vlak
R	Rychlík
Sp	Spěšný vlak
Os	Osobní vlak
Sv	Soupravový vlak
Pn	Průběžný nákladní vlak
Nex	Expresní nákladní vlak
Mn	Manipulační nákladní vlak
Lv	Lokomotivní vlak
OPD	Ochranné pásmo dráhy
V130, V_k	Rychlostní profily
VB	Výpočtový bod
TZI	Třída zvukové izolace oken

OBSAH:

1	Úvod.....	3
2	Vstupní údaje	5
3	Limitní hladiny hluku.....	9
4	Metodika	11
5	Výpočty	12
6	Vyhodnocení	14
7	Vibrace.....	17
8	Použitá literatura a podklady	18
9	Seznam příloh	18

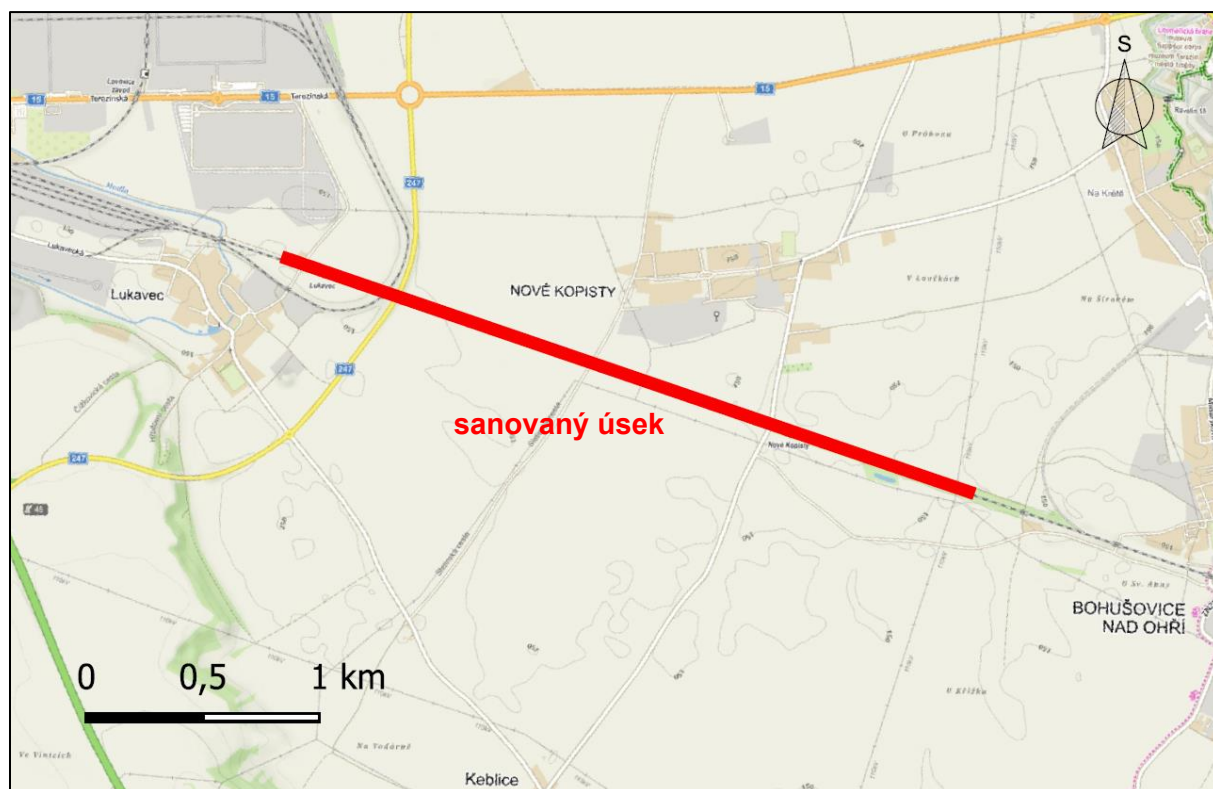
1 ÚVOD

Předkládaná hluková studie je zpracována pro vyhodnocení vlivu záměru „Sanace železničního spodku Lovosice - Bohušovice“. Cílem je sanace železničního spodku tvořeného násypem mezi ŽST Bohušovice nad Ohří a Lovosice, která bude spočívat v odstranění závad pražcového podloží a tím výškové polohy kolejí. Navrhovaná opatření povedou k zajištění stabilního podloží kolejí, tím k udržení geometrických parametrů koleje v limitech odpovídající traťové rychlosti a tím k zajištění spolehlivosti provozu. Investicí dojde ke snížení nákladů na údržbu trati a souvisejících zařízení.

Sanace železničního spodku Lovosice - Bohušovice kolejově začíná v km 482,800 a končí v km 492,800.

Přehledná situace je na *Obr. 1*.

„Sanace železničního spodku Lovosice - Bohušovice“



Obr. 1 Situace řešeného úseku železniční tratě

2 VSTUPNÍ ÚDAJE

Pro tvorbu modelu byly použity materiály z připravované dokumentace dodané zadavatelem. Dále bylo použito veřejných mapových podkladů a údajů z katastru nemovitostí.

Stávající železniční svršek je tvořen pružným bezpodkladnicovým upevněním kolejí a stejné upevnění zůstane i po dokončení sanačních prací.

Intenzita vlakové dopravy

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

Stávající stav rok 2021 vychází pro osobní dopravu z aktuálních dat roku 2020, pro nákladní dopravu se vychází z dat roku 2019, který není ovlivněn opatřeními související s pandemií.

Tab. 1 Intenzity vlakových souprav – rok 2000

druh vlaku	počet vlakových souprav		rychlost	délka	podíl kotoučových brzd (popř. kompozitních špalků)
	den	noc	[km/h]	[m]	%
Ex	12	0	140	245	100
R, Sp	16	5	120	190	50
Os	18	6	120	80	0
Nex	2	2	80	530	0
Pn	23	10	70	420	0
Mn	2	0	50	170	0
Lv	3	6	80	23	0

Pro rok 2000 bylo uvažováno se stejnou délkou vlakových souprav jako v roce 2021.

Tab. 2 Intenzity vlakových souprav – Stávající stav 2021

druh vlaku	počet vlakových souprav		rychlost	délka	podíl kotoučových brzd (popř. kompozitních špalků)
	den	noc	[km/h]	[m]	%
Ex	18	0	160	245	100
R, Sp	23	4	140	190	100
Os	16	4	140	80	100
Nex	10	4	100	530	25
Pn	14	8	90	420	25
Mn	1	0	50	170	25
Lv	3	1	80	23	0

Po sanaci se nepředpokládá změna intenzit dopravy ani změna v návrhové rychlosti.

Rychlosti vlakových souprav jsou modelovány v souladu s rychlostními profily a zohledňují maximální možnou i dynamickou rychlost vlakových souprav – postupné rozjíždění a zastavování. Rychlosti 160 km/h dosáhnou pouze soupravy Ex. Ostatní osobní vlaky dosáhnou maximálně 140 km/h.

Provedené měření hluku

Pro doplnění podkladů a zpřesnění výsledků hlukové studie bylo použito výsledků přímého akustického měření od železniční dopravy viz Protokol o zkoušce č. 21/20, Ecological Consulting a. s.

- Lukavec 122, Lukavec; parc. číslo 117, k.ú. Lukavec u Lovosic

Hodnoty hluku zjištěné z přímého akustického měření v blízkosti posuzovaného záměru jsou přepočteny na stávající intenzity dopravy (viz. Vstupní údaje – Intenzita vlakové dopravy).

Výpočtový model byl nastaven podle výsledků měření se zohledněním upevnění kolejnic a typu provozovaných souprav (zejména délka souprav a typ brzd). Stejným postupem byl upraven výpočtový model pro rok 2000, do kterého byly dosazeny odpovídající intenzity dopravy.

Výsledky porovnání naměřených hladin akustického tlaku a vypočtených hodnot dle výpočtového modelu jsou uvedeny v kapitole č. 5 Výpočty.

Proces výstavby

Přesný průběh stavebních postupů a využití stavebních zařízení se odvíjí od možností budoucího zhotovitele stavby, jehož stupeň mechanizace, pracovní kapacita a technologie nejsou známy. Na základě zkušeností z hodnocení obdobných záměrů se proto uvažuje dlouhodobější nasazení mechanizace, na straně bezpečnosti.

Výše uvedené zdroje hluku shrnují nejhluchnější stavební mechanizaci dané etapy a jsou do výpočtového modelu vsazeny jako liniové zdroje hluku pro každou rekonstruovanou kolej.

Tab. 3 Soupis stavební mechanizace

etapa	zdroj hluku	doba provozu [hod]	počet dní	L _{WA} [dB]
1. Demontáž kolejí a nástupišť, odtěžení a sanace štěrku	dvoucestné rypadlo – 2x	12	25	104
	nakladač – 2x	12	25	105
	Bourací kladivo Atlas Copco SB 452	6	10	109
	Pásový dozer SD16 – 2x	8	25	106
	autojeřáb	6	8	95
	benzínový rázový utahovák	4	8	106
	benzínová vrtačka kolejnic	4	8	94
	rozbrušovací pila pro řezání kolejnic	4	10	117
	kompresor	4	10	117
	nákladní automobil (30 tun) - 10x	6	15	93
2. Realizace nové kolejové trati	pokladač kolejových polí PKP 25/20	10	15	106
	CASAGRANDE B180HD	10	5	110
	šterkový pluh kolejový	12	10	112
	dynamický stabilizátor koleje VKL 402	10	10	104
	zhutňovač šterkového lože ZŠ 800	10	10	115
	Autodomíhávač Stetter C3	4	15	105
	grejdr – 2x	12	20	105
	nakladač – 2x	12	30	105
	dvoucestné rypadlo – 2x	12	30	104
	autojeřáb	10	10	95
	benzínový rázový utahovák	4	10	106
	nákladní automobil (30 tun) -6x	8	30	93
	souprava Bauer BG 23 H	8	5	112
	Kompresor	8	10	100

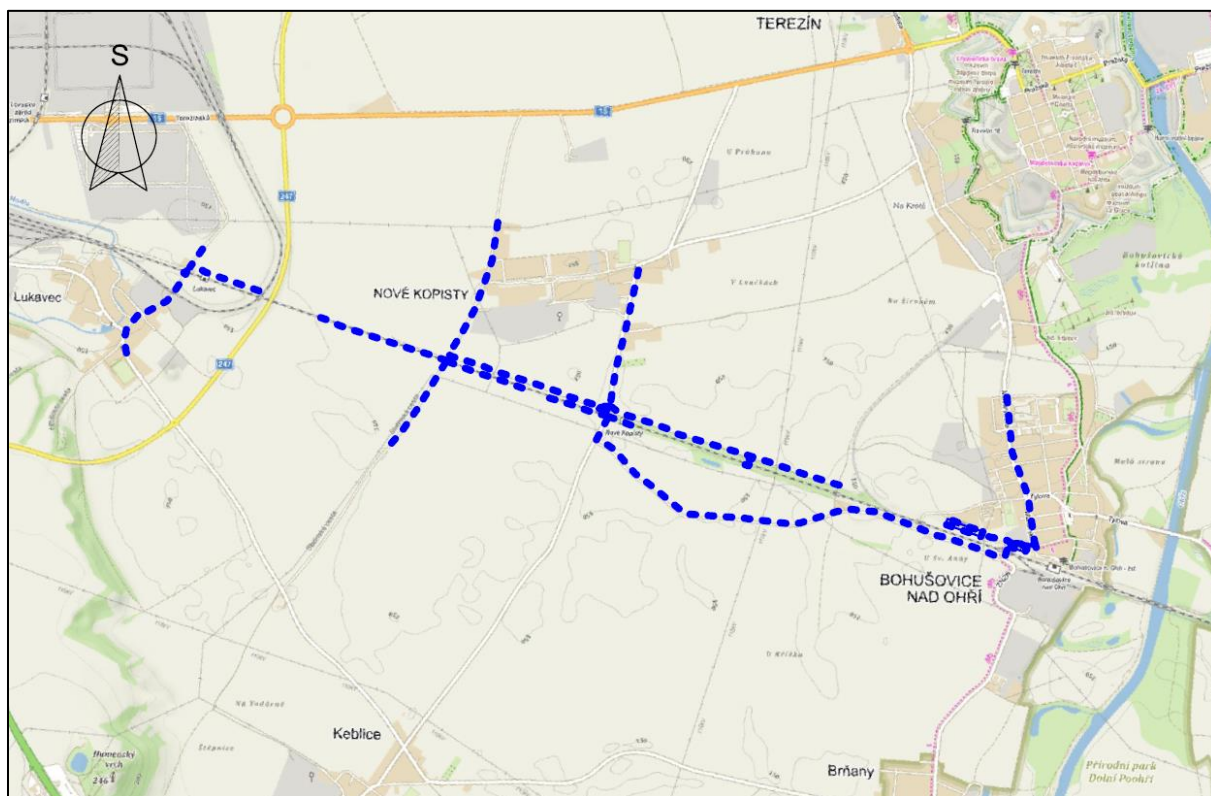
L_{WA} [dB] – hladina akustického výkonu

V rámci stavby je uvažováno s recyklací materiálu ze šterkového lože. Akustický výkon recyklační základny byl stanoven na 117 dB, a to na základě přímého akustického měření podobného zařízení v minulosti.

Intenzita dopravy pro výstavbu objektů na rozestavěném úseku tratě bude v průběhu výstavby značně kolísat a bude závislá na charakteru prováděných prací, na stupni mechanizace a organizaci práce budoucího dodavatele stavebních prací. Odvoz šterku na

recyklaci, svrškového materiálu na demontáž/přísun šterku do kolejového lože a svrškového materiálu na/ze ZS 2 pomocí pracovních vlaků, ostatní materiál převážně silničními nebo dvojcestnými vozidly. Předpokládá se potřeba 20 pohybů nákladních automobilů za den (10 příjezdů+10 odjezdů) po dobu měsíce.

Délka výstavby se předpokládá po dobu 11 měsíců.



Obr. 2 Dopravní přístupy na staveniště

3 LIMITNÍ HLADINY HLUKU

Stanovení hygienických limitů hluku

Hygienické limity hluku v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru

Podle ustanovení nařízení vlády č.272/2011 Sb. se hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$ (rovná se 50 dB) a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době

Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru

Druh chráněného prostoru	Korekce [dB]			
	1)	2)	3)	4)
Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lání	-5	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor lůžkových zdravotnických zařízení včetně lání	0	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněný ostatní venkovní prostor	0	+5	+10	+20

Korekce uvedené v tabulce se nesčítají.

Pro noční dobu se pro chráněný venkovní prostor staveb přičítá další korekce -10 dB, s výjimkou hluku z dopravy na železničních dráhách, kde se použije korekce -5 dB.

Pravidla použití korekce uvedené v tabulce:

- 1) Použije se pro hluk z provozu stacionárních zdrojů a hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakotvorné práce, zejména rozřadování a sestavu nákladních vlaků, prohlídku vlaků a opravy vozů. Pro hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakotvorné práce, které byly uvedeny do provozu přede dnem 1. listopadu 2011, se přičítá pro noční dobu další korekce +5 dB.
- 2) Použije se pro hluk z dopravy na dráhách, silnicích III. třídy, místních komunikacích III. třídy a účelových komunikacích ve smyslu § 7 odst. 1 zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.
- 3) Použije se pro hluk z dopravy na dálnicích, silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy v území, kde hluk z dopravy na těchto komunikacích je převažující nad hlukem z dopravy na ostatních pozemních komunikacích. Použije se pro hluk z dopravy na dráhách v ochranném pásmu dráhy. Použije se pro hluk z dopravy na tramvajových a trolejbusových drahách vedených po silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy.
- 4) Použije se pro stanovení hodnoty hygienického limitu staré hlukové zátěže.

Podle ustanovení NV 272/2011 Sb. je hygienický limit hluku vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku A od dopravy na drahách a silnicích v chráněném venkovní prostoru a chráněném venkovním prostoru staveb stanovený součtem základní hladiny hluku $L_{AZ} = 50$ dB a příslušných korekcí:

pro hluk z dopravy na dráhách v OPD

pro **den** od 6⁰⁰ – 22⁰⁰ hod $L_{Aeq,T} = 60$ dB
 pro **noc** od 22⁰⁰ – 6⁰⁰ hod $L_{Aeq,T} = 55$ dB

pro hluk z dopravy na dráhách (mimo OPD)

pro **den** od 6⁰⁰ – 22⁰⁰ hod $L_{Aeq,T} = 55$ dB
 pro **noc** od 22⁰⁰ – 6⁰⁰ hod $L_{Aeq,T} = 50$ dB

pro hluk z dopravy na dráhách s použitím korekce pro starou hlukovou zátěž

pro **den** od 6⁰⁰ – 22⁰⁰ hod $L_{Aeq,T} = 70$ dB
 pro **noc** od 22⁰⁰ – 6⁰⁰ hod $L_{Aeq,T} = 65$ dB

Porovnáním ekvivalentních hladin akustického tlaku od železniční dopravy z roku 2000 se stávajícím stavem hlučnosti bylo zjištěno, že došlo k významnému snížení stavu hlučnosti.

Stanovení hygienického limitu přísluší orgánu ochrany veřejného zdraví.

Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném venkovním prostoru staveb pro hluk ze stavební činnosti

Posuzovaná doba [hod.]	Korekce [dB]
od 6:00 do 7:00	+10
od 7:00 do 21:00	+15
od 21:00 do 22:00	+10
od 22:00 do 6:00	+5

Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A pro hluk ze stavební činnosti

od 6⁰⁰–7⁰⁰ hod $L_{Aeq,s} = 60$ dB
 od 7⁰⁰–21⁰⁰ hod $L_{Aeq,s} = 65$ dB
 od 21⁰⁰–22⁰⁰ hod $L_{Aeq,s} = 60$ dB
 od 22⁰⁰–6⁰⁰ hod $L_{Aeq,s} = 45$ dB

4 METODIKA

Pro zjištění hluku z železniční dopravy byla použita německá výpočtová metodika Schall 03 (2014).

Tab. 4 Přizpůsobení výpočtového modelu provozovaným nákladním soupravám

železniční vagon	brzdy	použité přizpůsobení	
		uvažovaná délka	počet náprav
nákladní vůz CAT10	kovové špalky	30 m	2
nákladní vůz CAT10	kompozitní špalky	30 m	3

Výpočet byl proveden výpočtovým programem CadnaA verze 2021 MR 1 (build 183.5110). Průběh šíření hluku je dokumentován izofonovými pásmy s doplněním výpočtových bodů.

Výsledné hodnoty výpočtových bodů **jsou korigovány** na vliv odrazů od fasád objektů, před kterými jsou umístěny. Hladiny akustického tlaku jsou stanoveny pro **dopadající zvukovou vlnu**, což umožňuje použitý software.

Pro vyhodnocení akustických účinků bylo přihlédnuto k požadavkům a ustanovením Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., ve znění pozdějších předpisů, v plném znění a k příslušným normám z oblasti akustiky.

5 VÝPOČTY

Postup výpočtů:

- 1) Na základě přímého akustického měření jsou stanoveny hlučnosti jednotlivých typů vlakových souprav.
- 2) Je sestaven výpočtový model stávajícího stavu a porovnáním naměřené a vypočtené hodnoty, při stejných podmínkách jaké byly během měření hluku, je ověřena platnost modelu.
- 3) Ve výpočtovém modelu je proveden výpočet se stávajícími intenzitami dopravy - (Stávající stav).
- 4) Do ověřeného modelu jsou dosazeny intenzity vlakové dopravy z roku 2000 a jsou provedeny výpočty zatížení hlukem z dopravy pro denní a noční dobu – stav pro rok 2000
- 5) Je provedena úprava modelu zohledňující sanaci železničního spodku a je proveden výpočet výhledového stavu pro denní i noční dobu (Výhledový stav)

Stav hlučnosti zjištěný z přímého akustického měření v blízkosti posuzovaného záměru je porovnán se stavem hlučnosti získaným z výpočtového modelu.

Tab. 5 Srovnání naměřené a vypočtené hodnoty v bodech měření
(v modelu jsou zohledněny podmínky měření, zejména rychlost některých souprav a intenzita dopravy r. 2021)

Místo měření	Modelové hodnoty		Naměřené hodnoty		Rozdíl	
	den [dB]	noc [dB]	den [dB]	noc [dB]	den [dB]	noc [dB]
M1	66,2 dB	65,6 dB	67,6 dB	65,5 dB	-1,4	0,1

- pro nastavení modelu jsou použity hodnoty z přímého akustického měření nekorigované na vliv odrazů od fasády a také výpočtový model pro měření zohledňuje vliv odrazů!

Rozdíl naměřených hodnot s vypočtenými je v absolutní hodnotě maximálně 1,4 dB. Lze tedy předpokládat, že výpočtový model je nastaven správně a odpovídá reálné situaci.

Pro názornost šíření hluku jsou doloženy zákresy izofonových polí se zaznačením výpočtových bodů. Výpočtové body jsou umístěny ve vzdálenosti 2 m před fasádou s oknem do obytné místnosti.

Tab. 6 Umístění výpočtových bodů

výp. bod	adresa	parcelní číslo	katastrální území	účel užívání dle KN
1	Nové Kopisty 193, Terežín	276	Nové Kopisty	objekt k bydlení
2	Nové Kopisty 190, Terežín	253	Nové Kopisty	objekt k bydlení
3	Lukavec 58, Lukavec	57	Lukavec u Lovosic	objekt k bydlení
4	Lukavec 122, Lukavec	117	Lukavec u Lovosic	objekt k bydlení
5	U Stadionu 296, Bohušovice nad Ohří	289	Bohušovice nad Ohří	objekt k bydlení
6	Masarykova 128, Bohušovice nad Ohří	119	Bohušovice nad Ohří	objekt k bydlení
7	Masarykova 295, Bohušovice nad Ohří	333	Bohušovice nad Ohří	objekt k bydlení

Tab. 7 Hlukové příspěvky od železniční dopravy – r. 2000 a stávající stav

bod výpočtu	výška	umístění	L _{Aeq,T} rok 2000 [dB]		L _{Aeq,T} rok 2021 [dB]		Δ L _{Aeq,T} "rok 2021" – "rok 2000"		Hyg. limit [dB]	
			den	noc	den	noc	den	noc	den	noc
1	1.NP	-	52,6	51,5	49,6	49,0	-3,0	-2,5	55	65
2	1.NP	-	52,3	51,2	49,3	48,7	-3,0	-2,5	55	65
	2.NP	-	52,5	51,5	49,6	49,1	-2,9	-2,4	55	65
3	1.NP	OPD	75,6	74,5	73,5	72,9	-2,1	-1,6	70	65
4	1.NP	OPD	69,4	68,3	67,4	66,7	-2,0	-1,4	70	65
	2.NP	OPD	71,2	70,1	69,0	68,4	-2,2	-1,7	70	65

Tab. 8 Hlukové příspěvky od železniční dopravy – výhledový stav (po sanaci r.2024)

bod výpočtu	výška	umístění	L _{Aeq,T} po sanaci [dB]		Hyg. limit [dB]	
			den	noc	den	noc
1	1.NP	-	49,6	49,1	55	65
2	1.NP	-	49,3	48,8	55	65
	2.NP	-	49,6	49,1	55	65
3	1.NP	OPD	73,5	72,9	70	65
4	1.NP	OPD	66,9	66,3	70	65
	2.NP	OPD	69,0	68,4	70	65

Tab. 9: Hluková zátěž během procesu výstavby (7:00-21:00)

bod výpočtu	podlaží	proces výstavby $L_{Aeq,S}$ [dB]			Hyg. limit [dB]
		zemní práce, demolice	výstavba, nový kolejový spodek i svršek	recyklační základny	
1	1.NP	36,6	35,3	-	65
2	1.NP	36,4	35,1	-	65
	2.NP	37,8	36,5	-	65
3	1.NP	63,2	61,9	-	65
4	1.NP	56,6	55,3	-	65
	2.NP	57,5	56,2	-	65
5	1.NP	-	-	54,6	65
	2.NP	-	-	56,3	65
	3.NP	-	-	56,3	65
6	1.NP	-	-	57,7	65
	2.NP	-	-	59,0	65
7	1.NP	-	-	50,2	65
	2.NP	-	-	55,9	65
	3.NP	-	-	57,0	65
	4.NP	-	-	58,1	65

6 VYHODNOCENÍ

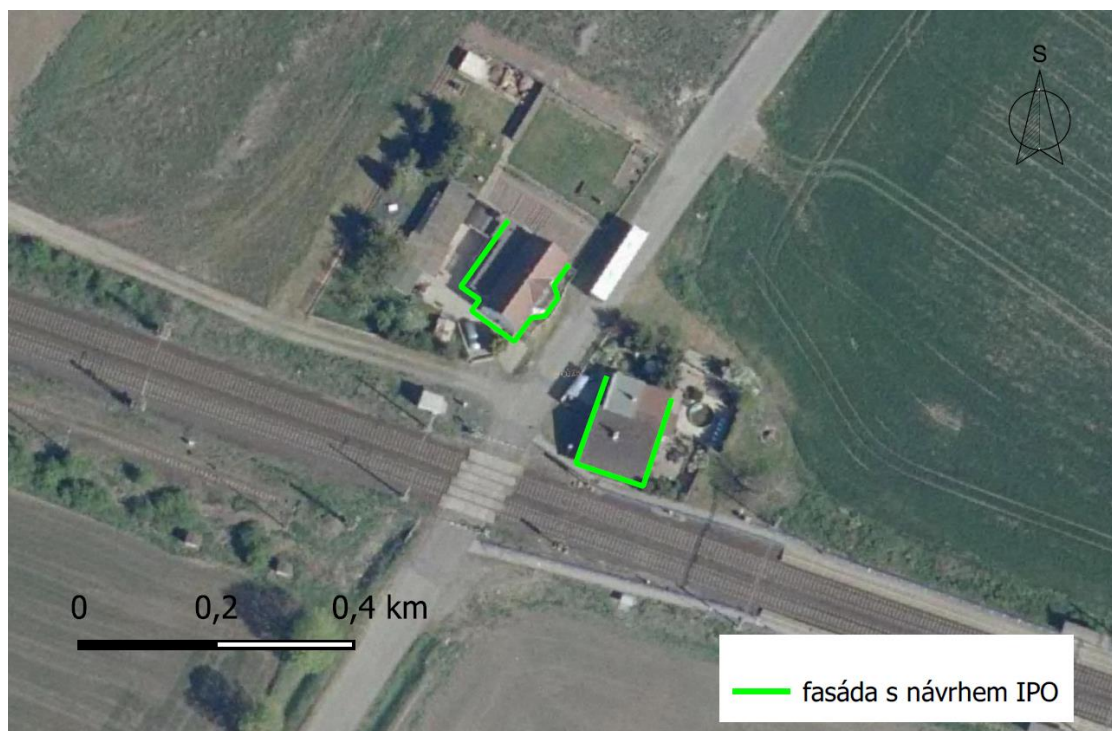
Měření hluku prokazuje, že ekvivalentní hladiny akustického tlaku od provozu na železniční trati se v současném stavu v noční době u druhého nejzatíženějšího objektu pohybují v noční době nad hranicí hygienického limitu zahrnující korekci pro starou hlukovou zátěž, ale překročení není prokazatelné. Nejzatíženější objekt je ovlivněn hodnotami 73,5/72,9 dB den/noc.

Porovnáním ekvivalentních hladin akustického tlaku od železniční dopravy z roku 2000 se stávajícím stavem hlučnosti bylo zjištěno, že došlo ke snížení stavu hlučnosti, proto jsou v posuzované části stavby splněny podmínky pro přiznání korekce pro starou hlukovou zátěž (maximální hodnota až 70 dB v denní době a 65 dB v noční době).

Vlivem sanace dojde ke zlepšení stavu kolejíště, což povede i ke snížení hluku v okolí železnice a to zejména v okolí přejezdu.

Návrh protihlukových opatření

S ohledem na vysoké ekvivalentní hladiny akustického tlaku v denní i noční době u objektů v blízkosti železničního přejezdu je doporučeno u obou objektů (Lukavec 58, Lukavec a Lukavec 122, Lukavec) zvýšit neprůzvučnost obvodového pláště výměnou oken (doporučená TZI 4 – min. 40 dB) a u obytných místností zajistit větrání jiným způsobem než do hlukem zasažené fasády. U objektu Lukavec 58 je, i s ohledem na výsledky měření vibrací, vhodné zvážit změnu funkce využívání objektu.



Obr. 3 Fasády s návrhem IPO

Proces výstavby

Pro hlukové posouzení jsou obvykle posuzovány stavební práce probíhající postupně v celém posuzovaném úseku železniční tratě. Vyhodnocovány bývají práce na sanaci železničního spodku a pokládka železničního svršku včetně jeho směrové a výškové úpravy.

Na základě rozhodnutí investora stavby byl stanoven termín provádění stavby. Z této skutečnosti potom vycházejí tyto termíny:

- zahájení stavby: únor 2023
- konec stavby: listopad 2023 (bez následné úpravy GPK)
- délka výstavby: 11 měsíců

Rekonstrukce kolejí budou prováděny s použitím technologie obvyklé u staveb tohoto charakteru, odtěžení a sanace železničního spodku pomocí bagrování, rekonstrukce železničního svršku s nasazením pokladače kolejových polí a další železniční technikou. K odtěžení a odvozu štěrkového kolejového lože bude využívána přednostně doprava po železnici.

Objekty nacházející se v blízkosti rekonstruovaných kolejí budou krátkodobě ovlivněny vysokou hlučností, ale při zohlednění pohybu zdrojů hluku v průběhu postupu prací nedojde k překračování úrovně hlučnosti ohrožující zdraví lidí. Hygienický limit - 65 dB pro stavební činnost (7:00-21:00) nebude překročen ani u nejbližších objektů.

Nejhlučnější fází bývá směrová a výšková úprava automatickou strojní podbíječkou včetně zhutnění štěrkového lože v definitivní poloze dynamickým stabilizátorem. Běžné automatické strojní podbíječky zvládnou zpracovat asi 400 m koleje za hodinu. U výhybek je práce pomalejší, přičemž podbití jedné výhybky trvá asi 20 minut. Při průjezdu je ekvivalentní hladina akustického tlaku od vzdálenosti nad 15 m od osy srovnávané koleje nižší než 65 dB.

Vzhledem k velmi krátkodobému účinku působení v řádu minut během denní doby nedojde k ohrožení zdraví.

Odvoz šterku na recyklaci a návoz materiálu je zajištěn z větší části pomocí pracovních vlaků. Vliv automobilové dopravy představuje zvýšení RPDI u nákladních automobilů o méně než dva průjezdy (1,64), což tvoří přibližně 50 dB ve vzdálenosti 7,5 od osy komunikace.

Recyklační základna

Při nepřetržitém provozu se očekává limitní izofona 65 dB ve vzdálenosti maximálně 135 m od nejhlučnějšího zařízení (drtičky kameniva). Nejbližší obytná zástavba se nachází ve vzdálenosti větší než 200 m, proto ekvivalentní hladina akustického tlaku v denní době během recyklace nepřekročí 60 dB.

Doporučení:

V době 6:00-7:00 je vhodné s ohledem na hygienické limity nezahajovat plný pracovní výkon těžké mechanizace, protože by docházelo k překročení nejvyšších přípustných hodnot. Nejhluknější fáze prací je vhodné provádět až po 7:00.

V lokalitách, kde se obytné domy nacházejí v blízkosti prováděných stavebních prací, je vhodné použít moderní mechanizaci s nižším akustickým výkonem.

Zkracování doby činnosti strojů pro dodržení hygienických limitů není vhodné, protože neúměrně prodlužuje celkové trvání stavby, což je většinou obyvatel negativněji vnímáno než krátkodobé ovlivnění hlukem. Zařízení, vydávající hluk (např. kompresory), která budou použita během výstavby v blízkosti obytné zástavby, budou odstíněna mobilními akustickými zástěnami.

Noční práce nejsou v blízkosti obytné zástavby uvažovány a je doporučeno nasazení těžké mechanizace až během dne v časovém pásmu 7:00 – 21:00.

7 VIBRACE

Provedené měření vibrací

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

- Lukavec 58, Lukavec; parc. číslo 57, k.ú. Lukavec u Lovosic

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

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 staveb je:

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

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

Tento limit nesmí být překročen jak u horizontálních, tak ani u vertikálních vibrací (ustanovení §18 odst. 2 citovaného nařízení vlády).

Vyhodnocení vibrací

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 sanaci je téměř nemožné predikovat, nicméně se dá říct, že vlivem nového kolejového svršku i spodku dojde ke zlepšení (snížení) vibrací v budovách v okolí posuzovaného úseku trati.

Měření vibrací prokázalo překračování limitů pro obytné místnosti v nejbližším objektu, a to hlavně při průjezdech rychlíků vyšší rychlostí. Před místem měření se nachází kolejnicový spoj.

Návrh antivibračních opatření

V současné době neexistují spolehlivé metody, kterými by bylo možné přesně stanovit úroveň vibrací po provedení sanace trati. S ohledem na výsledky měření, rozdílnou tuhost železničního spodku v místě přejezdu a umístění objektu, lze předpokládat, že vibrace v tomto místě představují a pravděpodobně i budou představovat významný problém.

U objektu Lukavec 58 je proto doporučeno zvážit změnu funkce využívání objektu a tím odstranit chráněný vnitřní prostor stavby.

8 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
- <https://mapy.cz/>
- Projektová dokumentace stavby
- Protokol o zkoušce č. 21/20, Ecological Consulting a.s., 2021
- Protokol o zkoušce č. 21/21, Ecological Consulting a.s., 2021

9 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Stav po sanaci, hluk od železniční dopravy v denní době

Příloha č. 2: Stav po sanaci, hluk od železniční dopravy v noční době

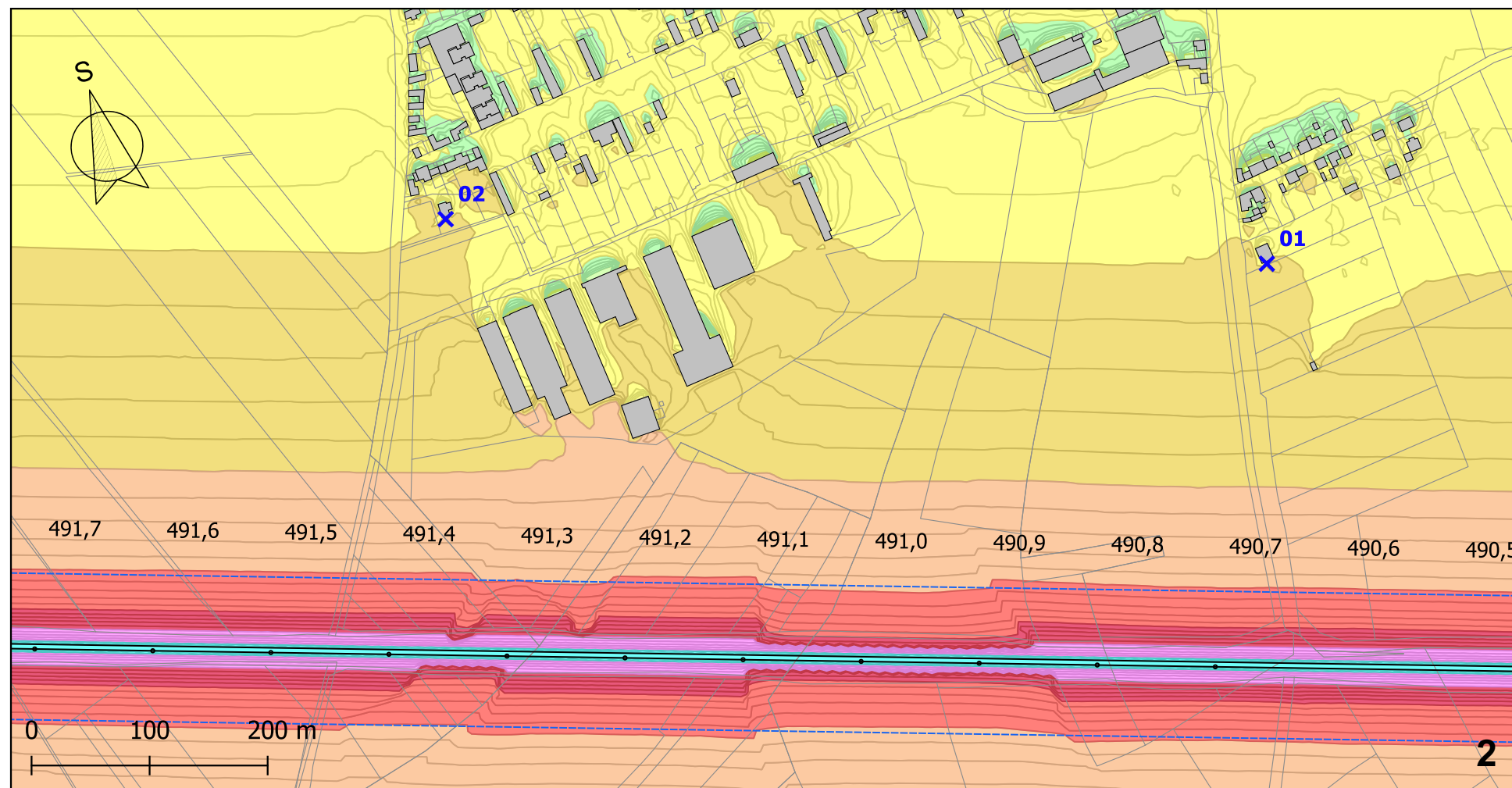
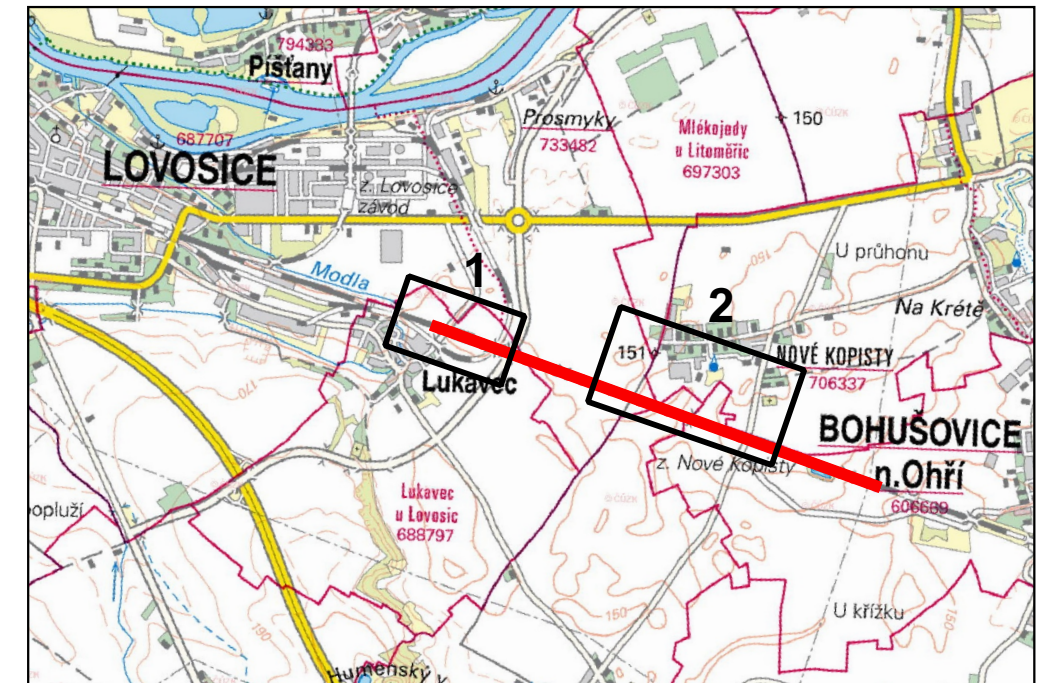
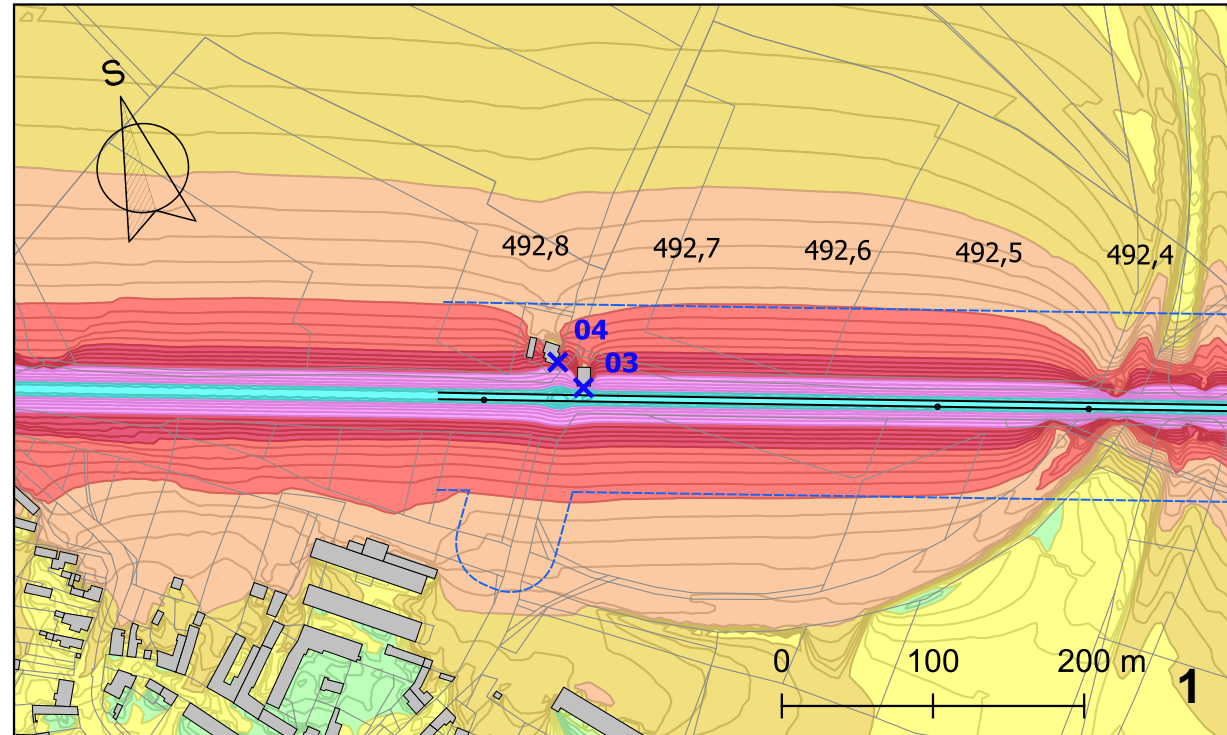
Příloha č. 3: Recyklační základna, šíření hluku během činnosti (7:00 – 21:00)

Příloha č. 4: Protokol o zkoušce č. 21/20

Příloha č. 5: Protokol o zkoušce č. 21/21

"Sanace železničního spodku Lovosice - Bohušovice"

Svav po sanaci
Hluk od železniční dopravy v denní době (6:00 - 22:00)

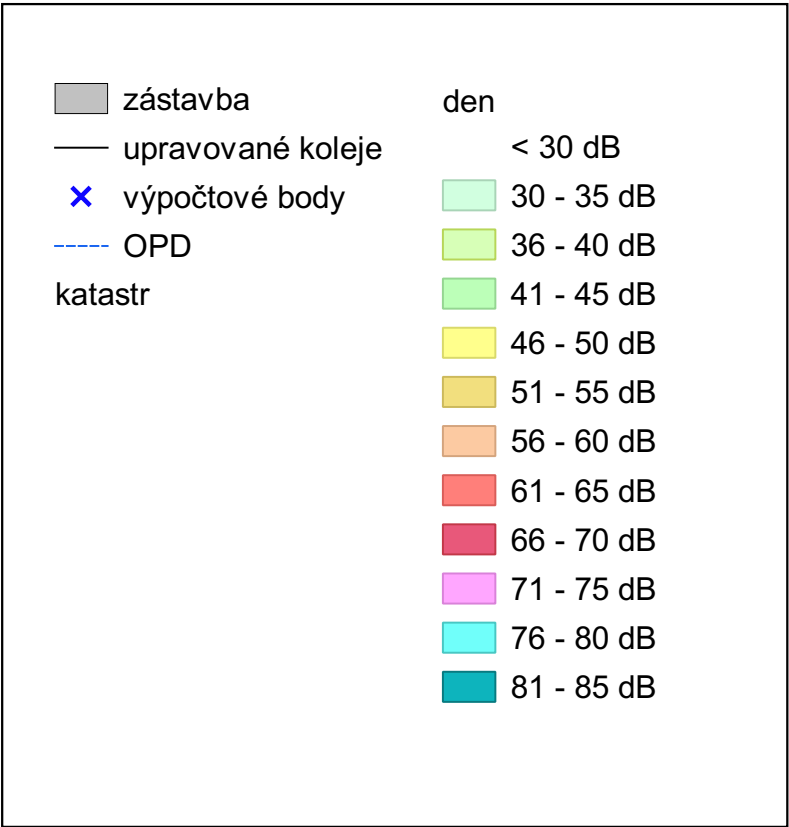
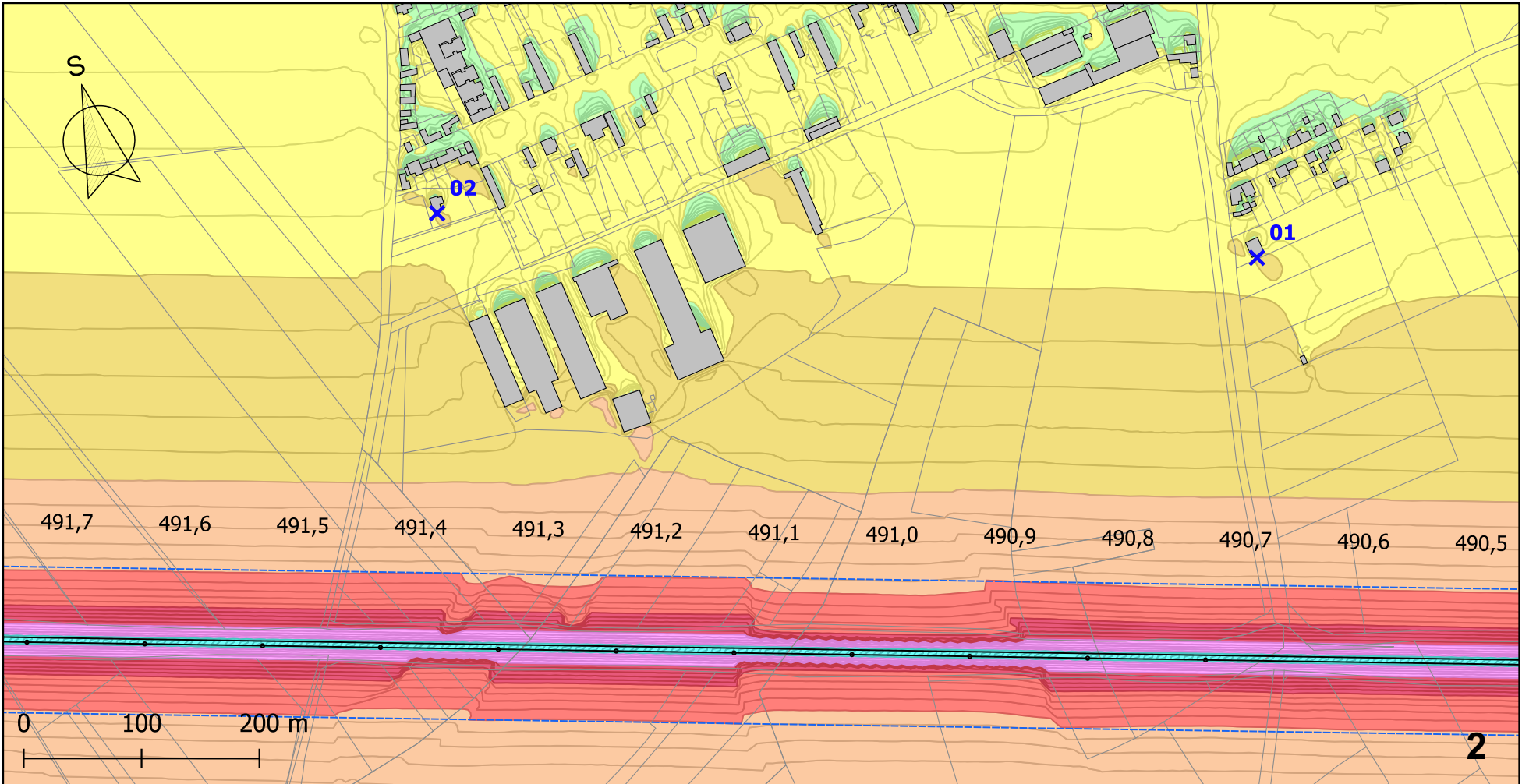
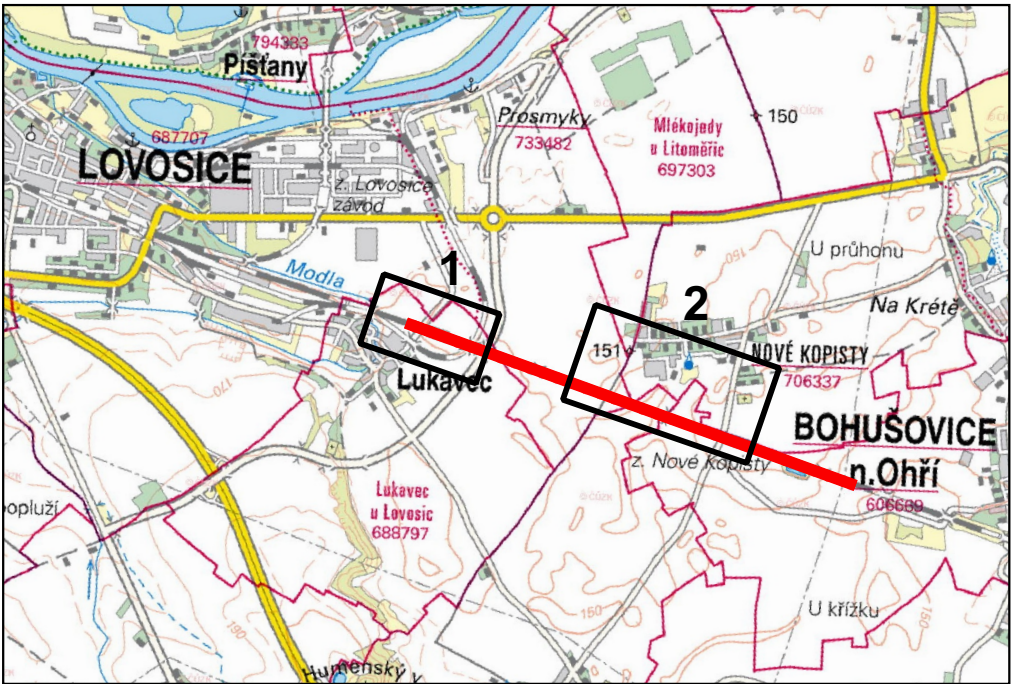
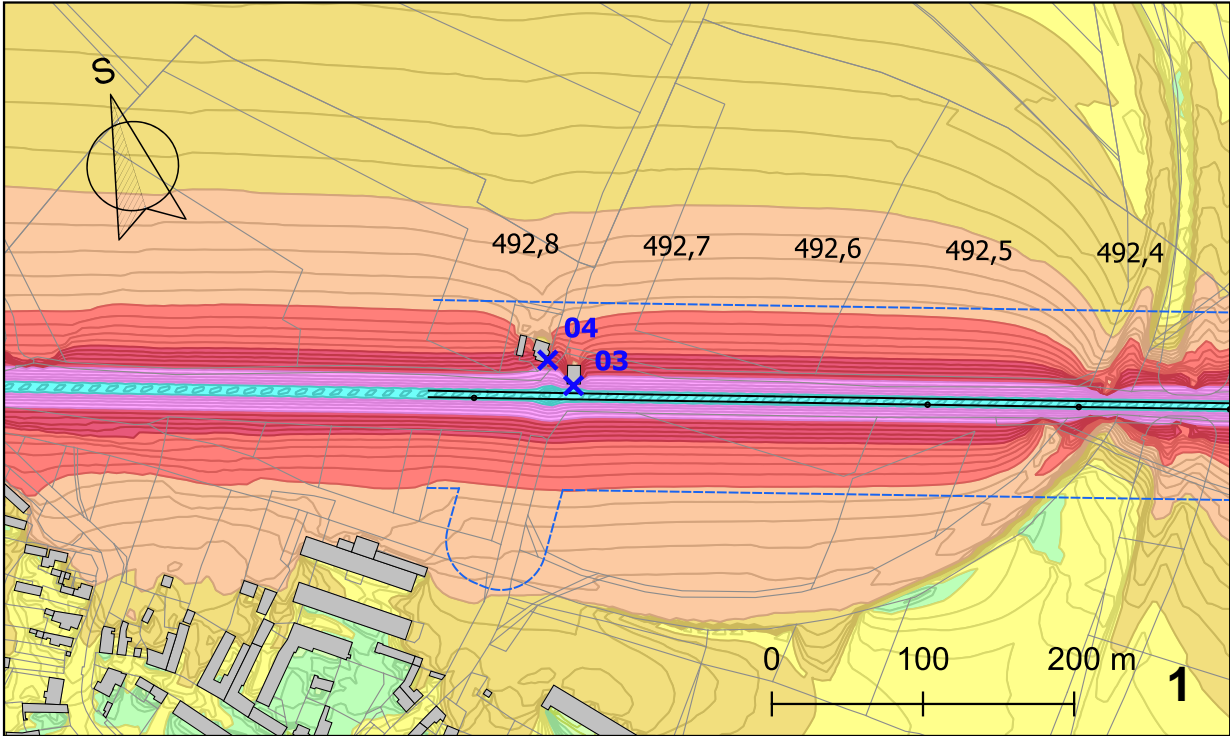


zástavba	den
— upravované koleje	< 30 dB
× výpočtové body	30 - 35 dB
OPD	36 - 40 dB
katastr	41 - 45 dB
	46 - 50 dB
	51 - 55 dB
	56 - 60 dB
	61 - 65 dB
	66 - 70 dB
	71 - 75 dB
	76 - 80 dB
	81 - 85 dB

hluková pásma ve výšce 3 m

"Sanace železničního spodku Lovosice - Bohušovice"

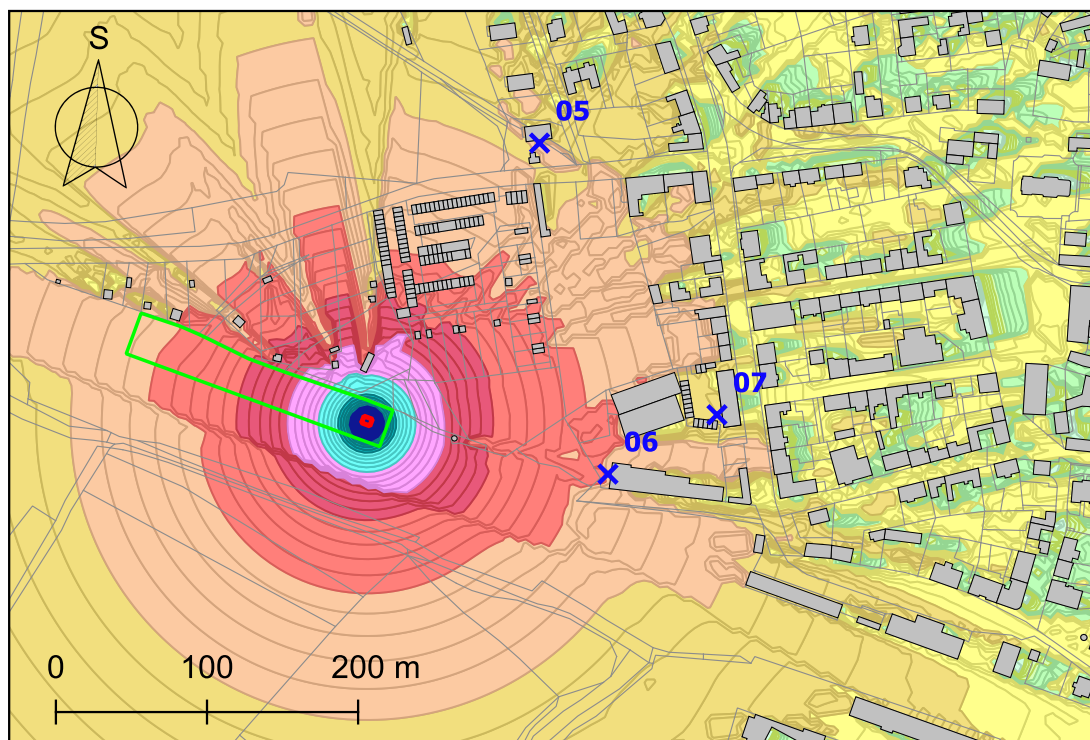
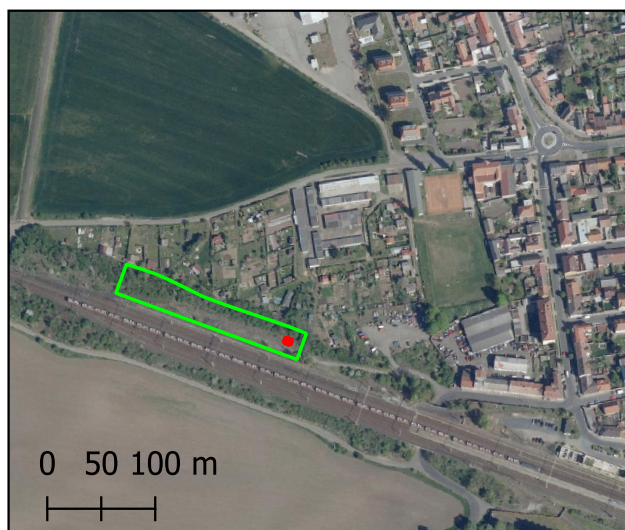
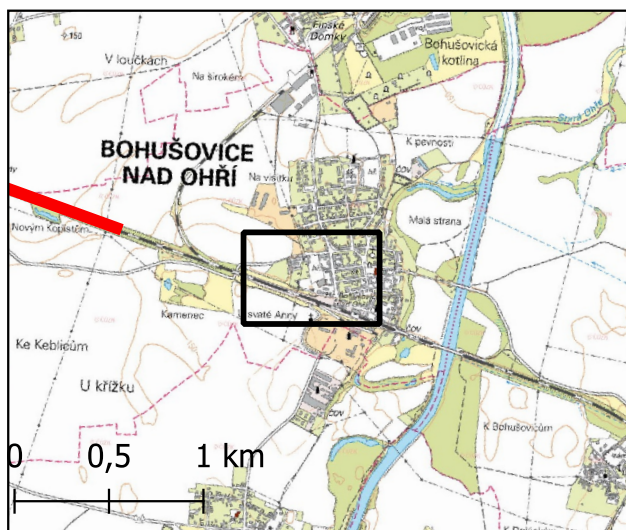
Svav po sanaci
Hluk od železniční dopravy v noční době (22:00 - 6:00)



hluková pásma ve výšce 3 m

"Sanace železničního spodku Lovosice - Bohušovice"

Recyklační základna
šíření hluku během činnosti (7:00 - 21:00)



hluková pásma ve výšce 3 m

—	umístění drtičky	izofony	den
—	plocha zařízení staveniště	< 30 dB	■ 61 - 65 dB
	zástavba	 30 - 35 dB	■ 66 - 70 dB
—	hranice parcel	 36 - 40 dB	 71 - 75 dB
X	výpočtové body	 41 - 45 dB	 76 - 80 dB
		 46 - 50 dB	 81 - 85 dB
		 51 - 55 dB	 > 86 dB
		 56 - 60 dB	

Protokol o zkoušce

Měření hluku v mimopracovním prostředí

č.: 21/20

Strana č.: 1

Celkový počet stran: 10

Objednatel:

EXprojekt s. r. o.
Heršpická 758/13
619 00 Brno

Místa měření:

M1 – Lukavec 122, Lukavec

Účel měření:

Zjištění úrovně hlukového zatížení od železničního provozu.

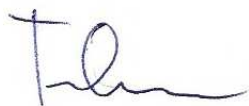
Datum měření:

13.-14. 6. 2021

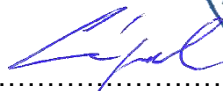
Datum vydání protokolu:

16. 6. 2021

Měření provedl: Bc. Jiří Tuscher



.....
protokol vypracoval
Bc. Jiří Tuscher



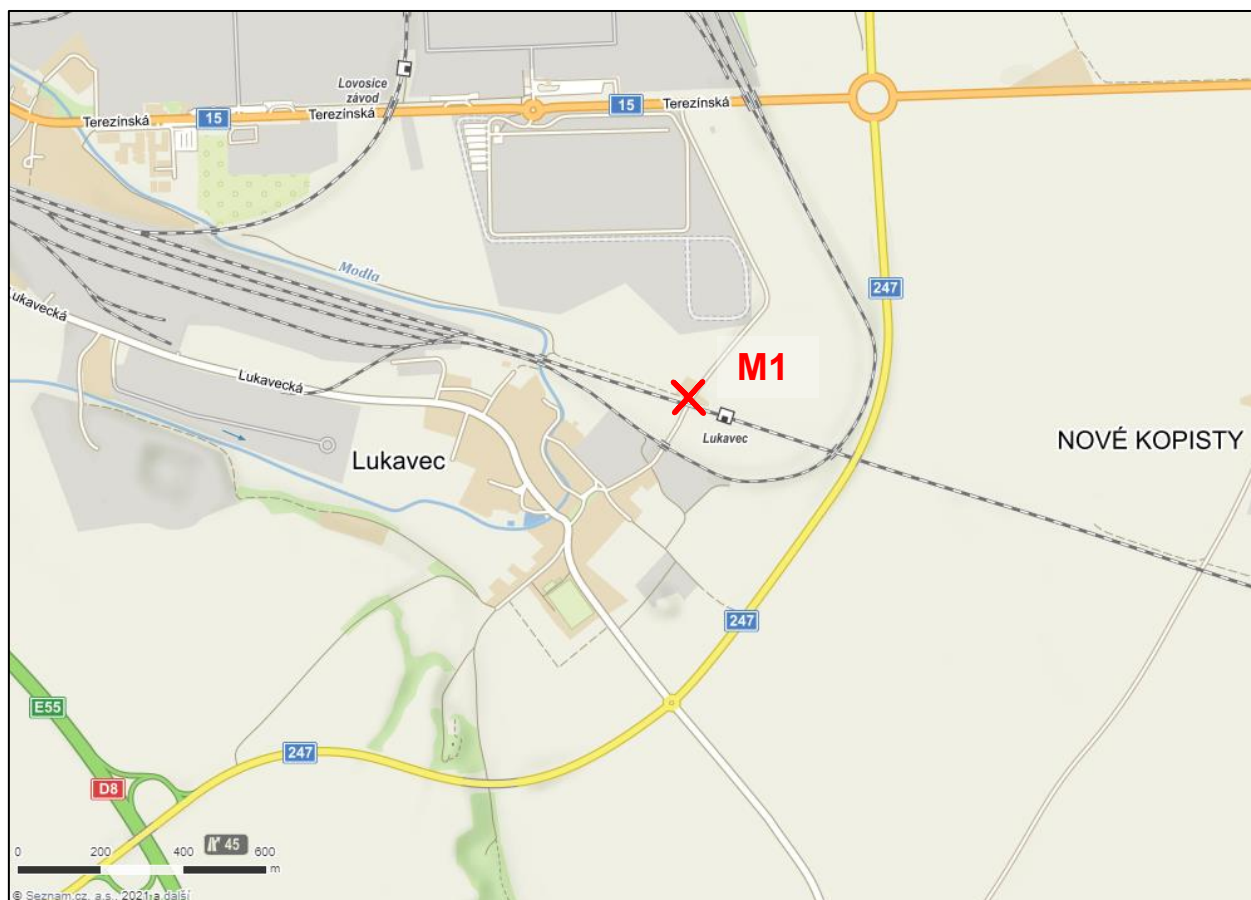
.....
protokol schválil
Ing. Jaromír Čápal
Vedoucí akustické Laboratoře

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 místa měření	2
2. Použitá měřicí souprava	3
3. Metoda a podmínky měření	3
4. Citace předpisů	3
5. Popis měření	4
6. Popis měřicího místa	5
7. Výsledky měření	6
8. Zhodnocení výsledků	9
9. Poznámky a vysvětlivky	10

1. Situace místa měření



Obr. 1 Situace umístění místa měření

2. Použitá měřicí souprava

Přesný analyzátor zvuku B&K 2250, v. č. 3011388, ověřovací list č. 6035-OL-Z0014-20, platnost do 27. 02. 2022, Měřicí mikrofon B&K 4189, v. č. 3086872, ověřovací list č. 6035-OL-M0008-20, platnost do 25. 02. 2022, Mikrofonní kabel B&K AO 0441 (10m)

Akustický kalibrátor B&K 4231, v. č. 2594667, kalibrační list č. 8012-KL-10081-20

Uvedené měřicí sestavy B&K byly ověřeny v Českém metrologickém institutu a mají platné ověřovací listy.

Pomocná měřidla: digitální meteorologická stanice CONRAD FK-WS-444 v. č. WQ1316-002
laserový dálkoměr Makers S2, digitální kamera

Zvukoměry s mikrofonem byly před měřením a po měření kontrolovány uvedeným akustickým kalibrátorem.

3. Metoda a podmínky měření

Metoda měření: Měření a zpracování jeho výsledků bylo provedeno dle ČSN ISO 1996: Popis a měření hluku prostředí: Část 1 a Část 2
Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí. Věstník MZ ČR, částka 11/2017

Místo měření M1 Lukavec 122, Lukavec

Charakteristika hluku: Proměnný

Doba záznamu: 13. 6. 2021 20:21 – 14. 6. 2021 12:52

Doba měření: 13. 6. 2021 20:00 – 14. 6. 2021 13:15

Tab. 1: Vnější meteorologické podmínky měření

čas [hod]	teplota [°C]	tlak [hPa]	vlhkost [%]	Ø rychlost větru [m/s]
21:00	11	1026	70	3,2 V
0:00	9	1026	85	2,4 V
3:00	9	1025	85	3,5 V
6:00	8	1024	90	3,0 V
9:00	15	1024	65	2,7 SV
12:00	20	1023	55	2,5 S

4. Citace předpisů

- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně veřejného zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění pozdějších předpisů
- Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí. Věstník MZ ČR, částka 11/2017

5. Popis měření

Bylo provedeno měření hluku od provozu železnice, které má doložit hlukové zatížení u objektu Lukavec 112.

Byly měřeny jednosekundové ekvivalentní hladiny akustického tlaku. Z naměřených hladin byly vyloučeny hladiny akustického tlaku produkované zdroji nesouvisejícími s dopravou na železniční trati (silniční provoz, štěkání psů, hovor lidí apod.).

Z naměřeného vzorku vlakových souprav byly na základě aktuálních intenzit dopravy poskytnutých objednatelem (viz Tab. 2) dopočítány celodenní (6:00 – 22:00) a celonoční (22:00 – 6:00) ekvivalentní hladiny akustického tlaku.

Tab. 2: Intenzita dopravy – traťový úsek: Lovosice – Bohušovice nad Ohří

druh vlaku	den	noc	celkem
Ex	16	0	16
R	44	6	50
Sp	3	2	5
Os	31	8	39
Nex	19	9	28
Pn	27	17	44
Mn	2	0	2
Lv	6	3	9
suma	148	45	193

Metodika měření L_{AE}

Z celkového záznamu hluku jsou vybrány hodnoty zjištěné během průjezdu soupravy. Tyto hladiny akustického tlaku jsou vztaženy k referenčnímu časovému intervalu $T_0 = 1$ s a tím je získána hodnota L_{AE} .

L_{AE} vyjadřuje celkovou energii akustické události.

Hodnoty L_{AE} jsou stanoveny pro všechny zaznamenané průjezdy vlakových souprav a je stanovena průměrná hodnota pro každý typ vlakových souprav (Os, R, Ex, Pn, Nex, ...)

Pro každý typ vlakových souprav je dopočtena $L_{Aeq,T}$ na základě předpokládaných intenzit dopravy za hodnocený časový úsek.

$$L_{AeqT} = L_{AE} + 10 \times \log n - 10 \times \log \left(\frac{T}{T_0} \right)$$

Součtem $L_{Aeq,T}$ jednotlivých typů vlakových souprav je stanovena celková $L_{Aeq,T}$ pro hodnocený časový úsek (denní doba / noční doba).

6. Popis měřicího místa

Místo měření M1 – Lukavec 122, Lukavec

Místo měření se nachází přibližně 26 m od osy bližší koleje. Před místem měření se nachází silniční přejezd. Měřicí mikrofón byl umístěn na terase rodinného domu ve výšce 4,5 m nad úrovní terénu. Kolejnice byly uchyceny pružným bezpodkladnicovým uchycením na betonových pražcích.

Ze zaznamenaných hladin akustického tlaku byly vyloučeny jasně detekovatelné ruchy nesouvisející s hodnocenými událostmi (okolní průjezdy silničních vozidel apod.).

Výsledky měření jsou uvedeny v kapitole 7. Výsledky měření.



Obr. 2 Letecký pohled na místo měření



Obr. 3 Pohled na místo měření od železnice



Obr. 4 Pohled směrem k železnici

7. Výsledky měření

Celkové naměřené hodnoty v bodě M1 – Lukavec 122, Lukavec

Tab. 3: Vliv železniční dopravy v bodě M1 (vyhodnocené průjezdy)

vlak	čas	druh vlaku (trakce)	počet vozů	směr jízdy	rychlost [km/h]	L _{Aeq,T} [dB]	L _{AE} [dB]
1	20:24	Pn (E)	1+22	Lovosice	57	77,2	92,7
2	20:29	R (E)	1+6	Lovosice	160	75,7	89,2
3	20:32	R (E)	1+6	Bohušovice	110	83,9	97,9
4	20:35	Os (E)	3	Bohušovice	zastavoval	59,8	78,4
5	20:39	R (E)	1+6	Bohušovice	60	67,1	82,2
6	20:44	Pn (E)	1+30	Bohušovice	83	79,6	95,3
7	20:48	Pn (E)	1+22	Bohušovice	83	80,2	97,9
8	20:56	Pn (E)	1+19	Lovosice	50	70,1	88,6
9	21:27	Os (E)	1+3	Bohušovice	110	74,2	88,9
10	21:33	Pn (E)	1+30	Bohušovice	45	74,8	94,1
11	21:39	R (E)	1+4	Bohušovice	140	75,2	89
12	21:41	Lv (E)	-	Bohušovice	65	73,3	86,3
13	21:54	R (E)	1+9	Lovosice	140	88,2	103,7
14	22:09	Pn (E)	1+25	Bohušovice	85	78,9	96
15	22:23	R (E)	1+5	Bohušovice	115	84,7	100,1
16	22:30	R (E)	1+6	Lovosice	140	74,1	88,9
17	22:38	R (E)	1+3	Lovosice	115	74,5	88,1
18	22:42	Pn (E)	1+26	Bohušovice	80	78,1	93,9
19	22:48	Pn (E)	1+26	Lovosice	90	79	95,5
20	23:09	Pn (E)	1+28	Bohušovice	85	80	96,2
21	23:10	Os (E)	3	Lovosice	rozjezd	67,4	81,6
22	23:13	Pn (E)	1+40	Lovosice	65	75,5	93,4
23	23:34	R (E)	1+4	Lovosice	125	76,6	90,9
24	23:34	Os (E)	1+3	Bohušovice	zastavoval	60,7	81,3
25	23:41	Pn (D)	1+30	Lovosice	45	77,5	95,5
26	0:29	Pn (E)	1+20	Bohušovice	35	72,4	90,8
27	0:32	Lv (E)	-	Bohušovice	50	65,3	81,1
28	0:38	Pn (E)	1+20	Bohušovice	90	76,7	92,8
29	0:39	R (E)	1+5	Lovosice	130	84,6	99,8
30	0:46	Lv (E)	-	Lovosice	80	66,9	81,5
31	0:50	Pn (E)	1+26	Lovosice	95	76,5	93,3
32	1:35	Pn (E)	1+24	Lovosice	70	74,5	92,4
33	1:41	Pn (E)	1+32	Bohušovice	65	77,4	96,9
34	1:44	Lv (E)	-	Bohušovice	50	64,1	77,5
35	2:24	Pn (E)	2+23	Bohušovice	40	73,2	92,2
36	2:43	Os (E)	2	Lovosice	100	68	82,9

vlak	čas	druh vlaku (trakce)	počet vozů	směr jízdy	rychlost [km/h]	L _{Aeq,T} [dB]	L _{AE} [dB]
37	2:54	Pn (E)	1+26	Bohušovice	95	78,2	96,2
38	3:07	Mn (E)	1+12	Lovosice	45	70,3	88
39	4:00	Pn (E)	1+31	Lovosice	50	78,6	97,6
40	4:13	Lv (E)	-	Bohušovice	85	72,7	85,5
41	4:25	Os (E)	3	Bohušovice	135	74,9	89,1
42	4:28	Pn (E)	1+25	Bohušovice	100	74,5	91,9
43	4:48	Os (E)	1+3	Bohušovice	zastavoval	82,7	98,1
44	4:57	Os (E)	1+3	Lovosice	rozjezd	74,1	89,2
45	5:01	R (E)	1+8	Bohušovice	90	82,4	97,7
46	5:24	Os (E)	3	Lovosice	rozjezd	64	82,1
47	5:28	Os (E)	3	Bohušovice	zastavoval	63,9	78,2
48	5:41	R (E)	1+6	Bohušovice	120	75,6	88,2
49	5:54	Os (E)	1+3	Bohušovice	120	78	88,4
50	5:54	Os (E)	1+3	Lovosice	rozjezd	72,5	85,7
51	6:02	R (E)	1+9	Bohušovice	100	83,1	98,4
52	6:16	R (E)	1+6	Lovosice	125	73,7	86,5
53	6:25	Os (E)	3	Lovosice	rozjezd	63,9	81
54	6:31	Pn (E)	1+25	Lovosice	45	73,4	91,7
55	6:45	R (E)	1+6	Bohušovice	130	77,7	91,7
56	6:51	Os (E)	1+3	Lovosice	rozjezd	73,4	85,2
57	6:55	R (E)	1+6	Lovosice	135	86,3	99,7
58	7:02	R (E)	1+9	Bohušovice	105	85,3	99,6
59	7:08	Lv (E)	-	Bohušovice	20	64,9	76
60	7:10	Pn (E)	1+18	Lovosice	35	73,6	89,7
61	7:18	Lv (E)	-	Bohušovice	35	66,8	82,1
62	7:18	Os (E)	3	Lovosice	rozjezd	66	79,8
63	7:22	Ex (E)	1+7	Lovosice	85	73,9	87,5
64	7:25	Pn (E)	1+14	Bohušovice	60	72,9	88,2
65	7:31	Os (E)	3	Bohušovice	zastavoval	64,4	77,4
66	7:38	R (E)	1+5	Bohušovice	160	80,1	91,9
67	7:57	R (E)	1+8	Lovosice	55	75,2	90,4
68	8:04	R (E)	1+8	Bohušovice	85	81	95,2
69	8:18	Os (E)	3	Lovosice	rozjezd	61,9	79,7
70	8:22	Pn (E)	1+34	Bohušovice	45	74,1	92,9
71	8:33	Os (E)	3	Bohušovice	zastavoval	59,9	78,9
72	8:39	Ex (E)	1+4	Bohušovice	135	76,7	88,8
73	8:50	R (E)	1+6	Lovosice	50	68,7	83,7
74	8:53	R (E)	2+2+2	Bohušovice	55	71,7	84,9
75	9:06	R (E)	1+9	Lovosice	50	74,6	90,7
76	9:09	R (E)	1+6	Bohušovice	80	80	94,1
77	9:20	Os (E)	3	Lovosice	rozjezd	61,2	79,4

vlak	čas	druh vlaku (trakce)	počet vozů	směr jízdy	rychlost [km/h]	L _{Aeq,T} [dB]	L _{AE} [dB]
78	9:23	Ex (E)	1+7	Lovosice	100	76,6	90,2
79	9:31	Os (E)	3	Bohušovice	zastavoval	58,7	77,4
80	9:35	Ex (E)	1+7	Bohušovice	55	65,6	80,2
81	9:47	R (E)	1+5	Bohušovice	150	78,4	91,2
82	10:01	R (E)	1+9	Lovosice	55	76	92,2
83	10:04	R (E)	1+9	Bohušovice	110	84,1	98,7
84	10:19	Os (E)	3	Lovosice	rozjezd	61	79,5
85	10:23	Mn (D)	1+9	Lovosice	40	68,1	83,4
86	10:32	Os (E)	3	Bohušovice	zastavoval	60,9	78,9
87	10:42	Ex (E)	1+7	Bohušovice	150	77,9	90,4
88	10:44	Lv (E)	-	Bohušovice	50	68,1	79,9
89	10:55	Pn (E)	1+44	Lovosice	35	67,2	86,1
90	11:03	Lv (D)	-	Bohušovice	65	69,3	79,7
91	11:25	Ex (E)	1+7	Lovosice	55	70,4	85,4
92	11:30	Os (E)	3	Lovosice	rozjezd	62,9	79,1
93	11:35	Pn (E)	1+34	Lovosice	45	73,6	92,5
94	11:39	Os (E)	3	Bohušovice	zastavoval	63,7	78,3
95	11:44	R (E)	1+5	Bohušovice	160	77,9	91,9
96	12:01	R (E)	1+6	Lovosice	55	74,7	89,8
97	12:04	R (E)	1+6	Bohušovice	125	85,1	99,7
98	12:12	Lv (D)	1+2	Lovosice	20	62,4	77,6
99	12:13	Pn (E)	1+26	Lovosice	55	73,6	91,2
100	12:18	Os (E)	3	Lovosice	rozjezd	61,5	79,9
101	12:21	R (E)	1+5	Lovosice	75	72,1	85,7
102	12:24	Lv (E)	-	Bohušovice	80	67,1	79,4
103	12:31	Os (E)	3	Bohušovice	zastavoval	61,1	79,7
104	12:33	Lv (D)	-	Lovosice	15	58,9	73,2
105	12:35	Ex (E)	1+8	Bohušovice	135	77,2	91,3

Tab. 4: Průměrné hodnoty L_{AE} při průjezdu souprav – M1

Zaznamenané soupravy	Průměrná hodnota L _{AE} zjištěná v průběhu měření [dB]
Ex	88,8
R	95,9
Os	86,7
Pn	94,1
Mn	86,3
Lv	81,5

Z vyhodnocených průjezdů zaznamenaných vlakových souprav (pouze osobní dopravy) během měření byla dopočtena L_{Aeq} pro denní i noční dobu:

$$L_{Aeq,den} = 67,6 \text{ dB}, L_{Aeq,noc} = 65,5 \text{ dB}.$$

Výsledná hodnota je dále korigována dle metodického návodu o 2 dB vlivem odrazů od fasády.

Zbytkový hluk

Během postprocessingu byla zjištěna průměrná hodnota zbytkového hluku 43 dB v denní a 36 dB v noční době. Odstup měřených hodnot od zbytkového hluku je větší než 10 dB – nekoriguje se.

Jelikož během měření nenastaly žádné mimořádné události a meteorologické podmínky byly v souladu s normou ČSN ISO 1996-2, výsledné hodnoty hladin akustického tlaku podléhají standardní rozšířené nejistotě $\pm 1,7 \text{ dB}$.

$$\text{den: } L_{Aeq,den} = 65,6 \pm 1,7 \text{ dB}$$

$$\text{noc: } L_{Aeq,noc} = 63,5 \pm 1,7 \text{ dB}$$

8. Zhodnocení výsledků

Získané výsledné hodnoty nejsou dále nijak hodnoceny a slouží jako doplňující podklad pro akustické posouzení.

konec strany

9. Poznámky a vysvětlivky

ChVePS chráněný venkovní prostor stavby

NP nadzemní podlaží

SHZ stará hluková zátěž

OPD ochranné pásmo dráhy

Označení měřených veličin

$L_{Aeq,T}$ ekvivalentní hladina akustického tlaku v měřicím intervalu T udaném ve sloupci "Doba měření"

L_N distribuční hladina udávající hladinu akustického tlaku překračovanou v N procentech měřicího intervalu T , hladinu L_{90} lze považovat za hladinu akustického tlaku pozadí, hladinu L_5 lze považovat za průměr maximálních hladin akustického tlaku

L_{AE} celkovou energii akustické události

Označení druhů vlaků:

Ex expresní vlaky

Os osobní vlak

R rychlík

Sp Spěšný vlak

Pn průběžný nákladní vlak

Mn manipulační nákladní vlak

Nex expresní nákladní vlak

Lv lokomotivní vlak (vlak tvořený pouze jednou či více lokomotivami)

(D)/(E) dieselový/elektrický pohon

konec protokolu

Protokol o zkoušce č.: 21/21

Strana č.: 1

Celkový počet stran: 10

Měření vibrací přenášených na člověka

Měření hladin vibrací v budovách ze železniční dopravy

Objednatel:

EXprojekt s. r. o.
Heršpická 758/13
619 00 Brno

Místo měření:

M1 – Lukavec 58, Lukavec

Účel měření:

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

Datum měření:

13.– 14. 6. 2021

Datum vydání protokolu:

16. 6. 2021

Měření provedl: Bc. Jiří Tuscher

.....
protokol vypracoval
Mgr. Jan Mrštný

.....
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 – Lukavec 58, Lukavec	4
5. Výsledky měření	5
6. Závěr	10
7. Poznámky a vysvětlivky	10

1. Situace míst měření



Obr. 1: Přehledná situace umístění míst měření

2. Použitá měřicí souprava

- spektrální modul PULSE B&K typ 3050-A-060, v. č. 100121
- notebook HP ProBook 4340s (včetně softwaru Labshop 12), v. č. 2CE2451BV9
- akcelerometr B&K 4506 B 003, v. č. 30734
- etalonový kalibrátor vibrací B&K 4294, v. č. 2624099
- tříkanálový kabel B&K AO 0526 (5 m)

Pomocná měřidla:

- laserový dálkoměr Makers S2
- digitální kamery

Uvedená měřicí sestava B&K byla kalibrována v Českém metrologickém institutu v Praze a má platné kalibrační listy č. 8012-KL-50398-19 a 8012-KL-50399-19. 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 Lovosice – Bohušovice nad Ohří.

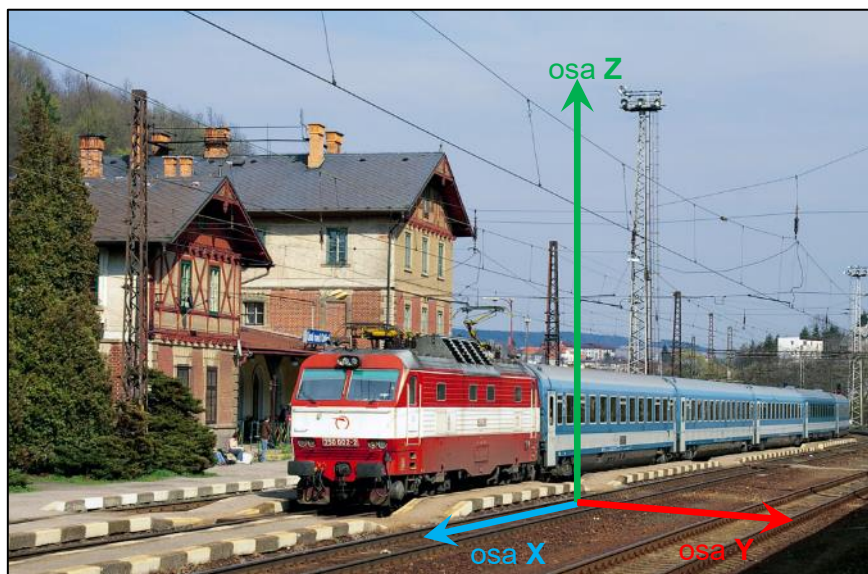
Přehledná situace míst měření je na *Obr. 1*. Pro názornost je dále v kapitole č. 5 uváděn grafický průběh zaznamenaných vibrací na třetinooktávových pásmech u nejvýraznějších vlakových souprav.

Místo měření M1	Lukavec 58, Lukavec
Doba měření	13. 6. 2021 20:24 – 14. 6. 2021 12:43

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*.



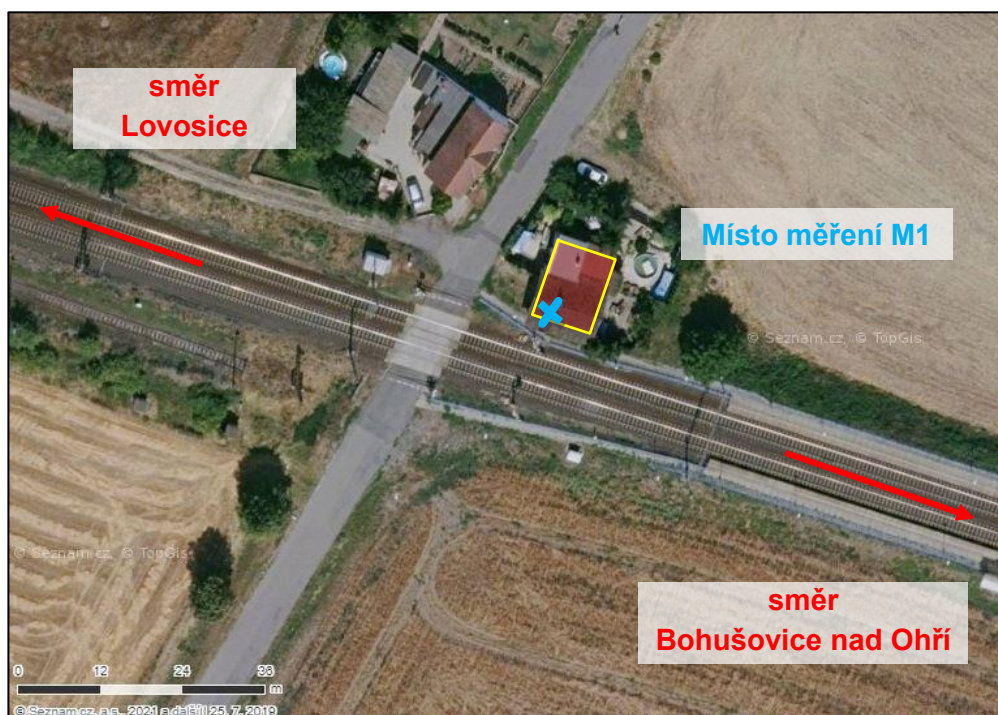
Obr. 2: Orientace os měření

4. Popis míst měření

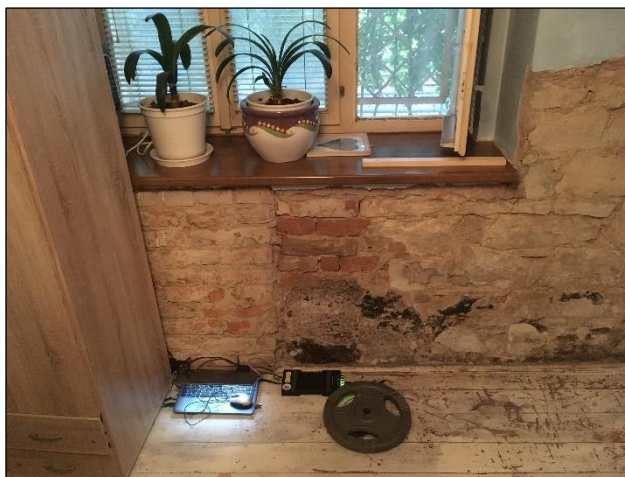
Místo měření M1 – Lukavec 58, Lukavec

Měření vibrací proběhlo v přízemí jednopodlažního rodinného domu. Akcelerometr byl umístěn v ložnici u stěny přiléhající k železnici.

Vzdálenost objektu od osy dvoukolejné tratě je přibližně 5 metrů. Kolejnice byly uchyceny pružným bezpodkladnicovým uchycením na betonových prazcích. Železnice je v blízkosti měřeného objektu vedena na mírném náspu. V těsné blízkosti objektu se nachází železniční přejezd (P2419) a železniční zastávka Lukavec.



Obr. 3: Letecký snímek se zákresem místa měření M1



Obr. 4: Pohled na měřicí sestavu



Obr. 5: Pohled na objekt a kolejíště

5. Výsledky měření

Místo měření M1 – Lukavec 58, Lukavec

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	noc
20:57	Pn (E)	1+19	Lovosice	53	68,1	71,4	76,4	78,0
21:27	Os (E)	1+3	Bohušovice	12	70,8	76,3	80,3	78,0
21:33	Pn (E)	1+30	Bohušovice	39	66,3	72,3	76,3	78,0
21:39	R (E)	1+4	Bohušovice	12	74,5	81,9	85,4	78,0
21:42	Lv (E)	-	Bohušovice	14	67,1	70,7	74,1	78,0
21:54	R (E)	1+9	Lovosice	17	75,6	79,9	83,8	78,0
22:09	Pn (E)	1+25	Bohušovice	34	72,7	77,7	82,2	78,0
22:23	R (E)	1+5	Bohušovice	12	73,1	81,1	85,0	78,0
22:30	R (E)	1+6	Lovosice	13	75,1	81,7	84,6	78,0
22:38	R (E)	1+3	Lovosice	11	73,0	76,5	81,5	78,0
22:42	Pn (E)	1+26	Bohušovice	25	72,9	80,0	84,3	78,0
22:48	Pn (E)	1+26	Lovosice	26	75,2	79,0	83,9	78,0
23:09	Pn (E)	1+28	Bohušovice	33	73,6	77,5	82,6	78,0
23:10	Os (E)	3	Lovosice	15	63,0	64,7	70,4	78,0
23:13	Pn (E)	1+40	Lovosice	46	70,9	72,3	78,5	78,0
23:34	R (E)	1+4	Lovosice	12	74,1	76,7	83,0	78,0
23:35	Os (E)	1+3	Bohušovice	27	63,1	67,8	71,9	78,0
23:41	Pn (D)	1+30	Lovosice	47	67,5	70,2	75,6	78,0
0:30	Pn (E)	1+20	Bohušovice	41	66,2	70,7	76,4	78,0
0:33	Lv (E)	-	Bohušovice	9	69,0	74,8	79,5	78,0
0:39	Pn (E)	1+20	Bohušovice	18	74,9	79,0	84,3	78,0
0:39	R (E)	1+5	Lovosice	12	75,4	78,4	84,6	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	
0:46	Lv (E)	-	Lovosice	12	72,2	73,3	79,1	78,0
0:50	Pn (E)	1+26	Lovosice	36	75,7	77,2	84,1	78,0
1:35	Pn (E)	1+24	Lovosice	39	70,3	72,3	77,7	78,0
1:42	Pn (E)	1+32	Bohušovice	35	70,8	74,8	79,0	78,0
1:44	Lv (E)	-	Bohušovice	11	65,5	71,8	76,6	78,0
2:24	Pn (E)	2+23	Bohušovice	45	64,9	69,9	75,3	78,0
2:44	Os (E)	2	Lovosice	12	70,2	71,7	76,8	78,0
2:54	Pn (E)	1+26	Bohušovice	32	73,5	77,9	83,1	78,0
3:08	Mn (E)	1+12	Lovosice	26	67,7	70,5	76,1	78,0
4:01	Pn (E)	1+31	Lovosice	51	68,8	73,5	77,6	78,0
4:13	Lv (E)	-	Bohušovice	16	68,7	78,9	81,4	78,0
4:25	Os (E)	3	Bohušovice	14	69,5	76,8	80,6	78,0
4:28	Pn (E)	1+25	Bohušovice	41	73,5	77,3	82,6	78,0
4:48	Os (E)	1+3	Bohušovice	21	65,5	71,2	74,9	78,0
4:57	Os (E)	1+3	Lovosice	25	66,6	71,4	75,2	78,0
5:01	R (E)	1+8	Bohušovice	22	71,4	78,5	82,5	78,0
5:25	Os (E)	3	Lovosice	17	61,2	64,8	69,0	78,0
5:28	Os (E)	3	Bohušovice	20	60,3	64,9	69,5	78,0
5:41	R (E)	1+6	Bohušovice	17	70,9	77,8	82,0	78,0
5:54	Os (E)	1+3	Bohušovice	12	70,1	76,4	80,6	78,0
5:54	Os (E)	1+3	Lovosice	19	63,2	67,2	71,2	78,0
6:02	R (E)	1+9	Bohušovice	19	71,2	76,2	79,6	78,0
6:16	R (E)	1+6	Lovosice	15	73,6	77,3	81,4	78,0
6:26	Os (E)	3	Lovosice	19	62,4	66,9	70,5	78,0
6:31	Pn (E)	1+25	Lovosice	50	66,2	71,5	75,3	78,0
6:45	R (E)	1+6	Bohušovice	14	71,0	78,5	82,4	78,0
6:51	Os (E)	1+3	Lovosice	24	67,2	72,1	75,6	78,0
6:55	R (E)	1+6	Lovosice	13	77,2	82,4	86,1	78,0
7:02	R (E)	1+9	Bohušovice	18	72,0	77,7	80,6	78,0
7:08	Lv (E)	-	Bohušovice	21	62,7	67,5	71,2	78,0
7:10	Pn (E)	1+18	Lovosice	40	67,1	73,6	77,5	78,0
7:18	Lv (E)	-	Bohušovice	19	65,1	69,9	72,6	78,0
7:19	Os (E)	3	Lovosice	17	63,2	69,5	73,9	78,0
7:22	EC (E)	1+7	Lovosice	20	70,4	79,2	82,4	78,0
7:25	Pn (E)	1+14	Bohušovice	21	65,9	73,8	77,6	78,0
7:31	Os (E)	3	Bohušovice	19	61,2	65,6	70,6	78,0
7:38	R (E)	1+5	Bohušovice	12	74,1	81,6	84,7	78,0
7:58	R (E)	1+8	Lovosice	23	66,8	72,9	78,0	78,0
8:04	R (E)	1+8	Bohušovice	20	68,8	76,0	79,2	78,0
8:18	Os (E)	3	Lovosice	20	63,1	68,7	72,8	78,0
8:22	Pn (E)	1+34	Bohušovice	64	63,8	69,5	74,4	78,0

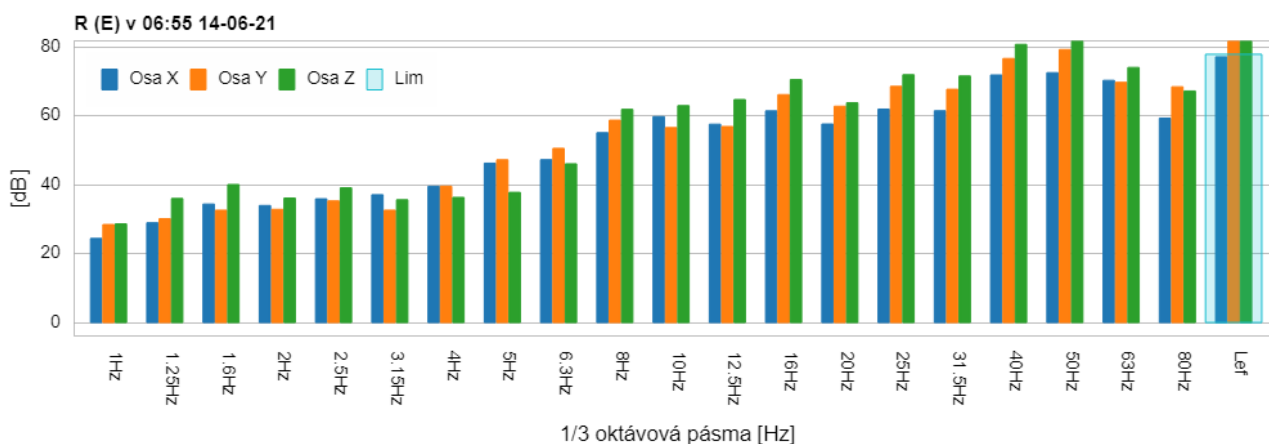
čas	druh vlaku (trakce)	počet vozů	směr	délka průjezdu [s]	celkové naměřené hodnoty hladin zrychlení vibrací L _{ef} [dB]			limit [dB]
					osa X	osa Y	osa Z	noc
8:33	Os (E)	3	Bohušovice	18	61,1	66,0	70,7	78,0
8:39	EC (E)	1+4	Bohušovice	13	73,2	80,8	83,8	78,0
8:51	R (E)	1+6	Lovosice	21	66,6	73,5	77,3	78,0
8:53	R (E)	2+2+2	Bohušovice	18	63,3	70,2	74,0	78,0
9:06	R (E)	1+9	Lovosice	23	66,1	72,4	76,7	78,0
9:09	R (E)	1+6	Bohušovice	21	69,3	74,4	78,6	78,0
9:21	Os (E)	3	Lovosice	16	62,6	69,5	72,6	78,0
9:24	EC (E)	1+7	Lovosice	14	71,4	78,2	82,0	78,0
9:31	Os (E)	3	Bohušovice	17	61,3	66,4	70,8	78,0
9:35	EC (E)	1+7	Bohušovice	23	66,3	73,2	75,7	78,0
9:47	R (E)	1+5	Bohušovice	13	73,8	81,9	84,3	78,0
10:01	R (E)	1+9	Lovosice	26	65,4	71,3	75,5	78,0
10:04	R (E)	1+9	Bohušovice	16	71,7	77,0	80,8	78,0
10:20	Os (E)	3	Lovosice	17	63,0	68,3	72,1	78,0
10:23	Mn (D)	1+9	Lovosice	36	67,5	74,8	77,8	78,0
10:32	Os (E)	3	Bohušovice	18	61,2	65,9	69,5	78,0
10:42	EC (E)	1+7	Bohušovice	15	73,7	80,7	83,8	78,0
10:44	Lv (E)	-	Bohušovice	18	64,8	71,6	75,0	78,0
10:55	Pn (E)	1+44	Lovosice	68	63,5	69,9	73,7	78,0
11:03	Lv (D)	-	Bohušovice	11	58,9	63,1	68,8	78,0
11:25	EC (E)	1+7	Lovosice	21	65,7	73,5	78,1	78,0
11:30	Os (E)	3	Lovosice	18	62,1	68,1	71,2	78,0
11:35	Pn (E)	1+34	Lovosice	73	64,0	69,7	73,8	78,0
11:39	Os (E)	3	Bohušovice	18	60,2	65,9	69,6	78,0
11:44	R (E)	1+5	Bohušovice	12	73,8	80,3	83,9	78,0
12:01	R (E)	1+6	Lovosice	18	66,4	72,8	77,4	78,0
12:04	R (E)	1+6	Bohušovice	14	70,6	75,5	80,1	78,0
12:12	Lv (D)	1+2	Lovosice	27	63,3	69,0	70,3	78,0
12:13	Pn (E)	1+26	Lovosice	51	66,1	72,1	76,5	78,0
12:19	Os (E)	3	Lovosice	16	62,7	69,1	72,3	78,0
12:21	R (E)	1+5	Lovosice	19	69,7	71,9	75,9	78,0
12:24	Lv (E)	-	Bohušovice	12	69,6	70,0	73,7	78,0
12:31	Os (E)	3	Bohušovice	19	60,5	67,4	70,4	78,0
12:33	Lv (D)	-	Lovosice	22	58,3	64,7	67,3	78,0
12:35	EC (E)	1+8	Bohušovice	15	73,8	80,8	84,0	78,0
hladiny zrychlení vibrací pozadí				-	48,2	44,2	42,8	-

XX,X ... hodnota leží v pásmu nejistoty

XX,X ... prokazatelné překročení hygienického limitu

Tab. 2: Detail průjezdu vlaku R (E) v 6:55 v 1/3 oktávových frekvenčních pásmech

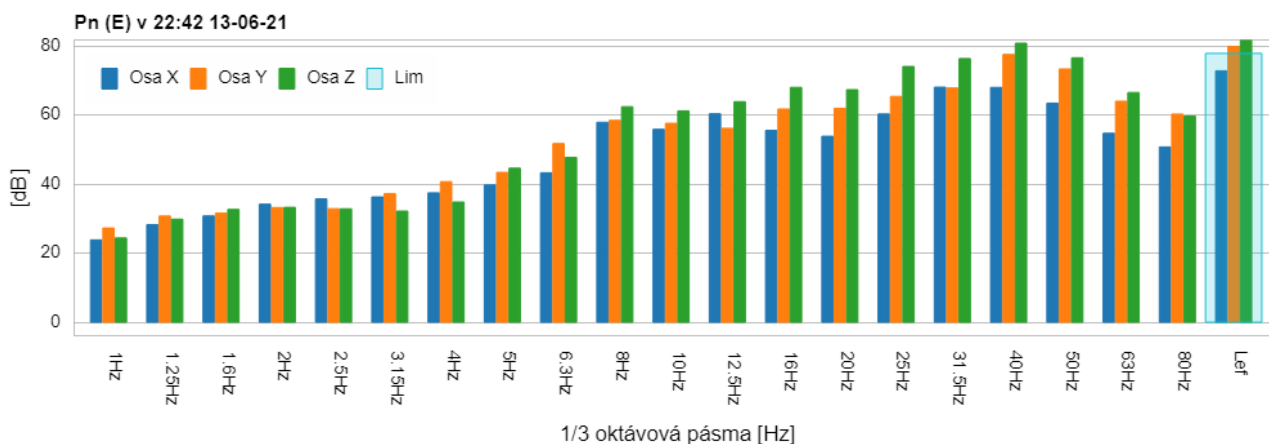
Osy	Hladiny zrychlení vibrací v dB pro jednotlivá frekvenční pásma Hz																				Lef [dB]	Limit [dB]
	1	1,3	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80		
X	24,4	29,0	34,5	34,0	36,0	37,2	39,6	46,3	47,3	55,2	59,9	57,7	61,5	57,7	62,0	61,6	72,0	72,7	70,4	59,4	77,3	78,0
Y	28,5	30,2	32,7	32,9	35,4	32,7	39,6	47,3	50,7	58,8	56,7	57,0	66,3	62,9	68,7	67,8	76,8	79,4	69,8	68,6	82,4	78,0
Z	28,7	36,1	40,1	36,2	39,2	35,7	36,4	37,8	46,1	62,0	63,1	64,8	70,6	63,9	72,0	71,7	80,9	83,1	74,2	67,3	86,1	78,0



Obr. 6: Detail průjezdu vlaku R (E) v 6:55 - vážené hladiny zrychlení v 1/3 oktávových frekvenčních pásmech

Tab. č. 3: Detail průjezdu vlaku Pn (E) v 22:42 v 1/3 oktávových frekvenčních pásmech

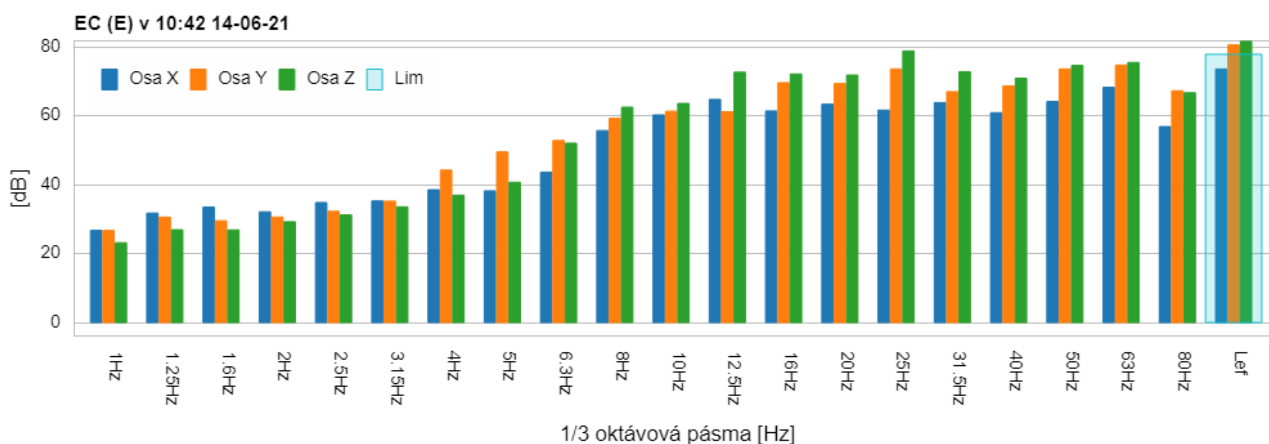
Osy	Hladiny zrychlení vibrací v dB pro jednotlivá frekvenční pásma Hz																				Lef [dB]	Limit [dB]
	1	1,3	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80		
X	23,9	28,3	30,8	34,3	35,8	36,4	37,5	39,8	43,4	58,0	56,0	60,5	55,6	54,0	60,4	68,2	68,1	63,6	54,8	50,9	73,0	78,0
Y	27,3	30,8	31,6	33,3	33,0	37,3	40,8	43,5	51,8	58,6	57,7	56,3	61,9	62,1	65,5	68,0	77,7	73,5	64,1	60,4	80,0	78,0
Z	24,5	29,9	32,7	33,3	32,9	32,3	34,9	44,7	47,8	62,5	61,3	64,0	68,2	67,5	74,2	76,5	81,0	76,7	66,7	59,8	84,3	78,0



Obr. 7: Detail průjezdu vlaku Pn (E) v 22:42 - vážené hladiny zrychlení v 1/3 oktávových frekvenčních pásmech

Tab. 4: Detail průjezdu vlaku EC (E) v 10:42 v 1/3 oktávových frekvenčních pásmech

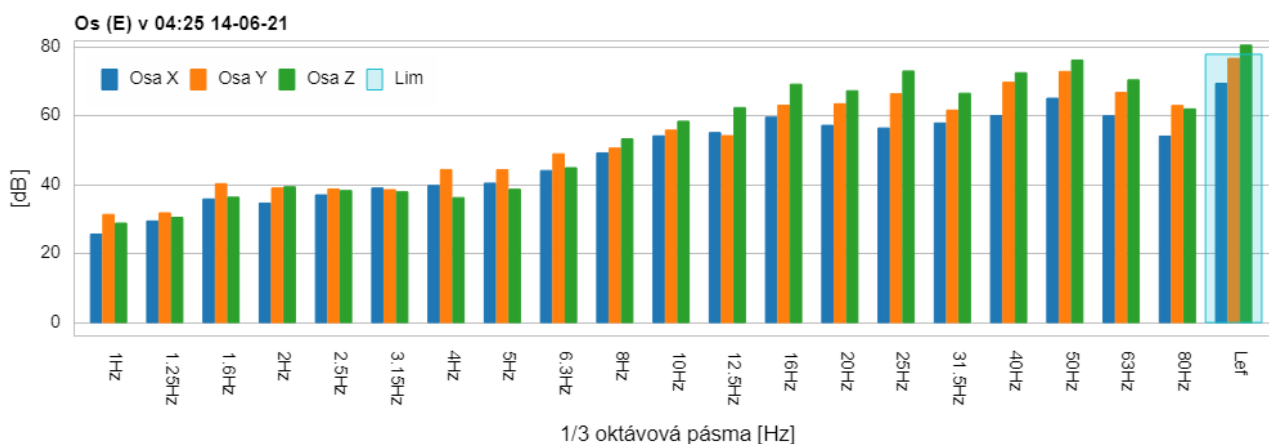
Osy	Hladiny zrychlení vibrací v dB pro jednotlivá frekvenční pásma Hz																				Lef [dB]	Limit [dB]
	1	1,3	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80		
X	26,8	31,8	33,6	32,2	34,9	35,4	38,6	38,3	43,7	55,8	60,4	64,9	61,5	63,5	61,7	64,0	61,0	64,3	68,4	57,0	73,7	78,0
Y	26,8	30,7	29,6	30,7	32,3	35,3	44,3	49,6	52,9	59,4	61,4	61,3	69,7	69,5	73,7	67,1	68,8	73,7	74,8	67,4	80,7	78,0
Z	23,2	27,0	26,9	29,3	31,3	33,6	37,0	40,8	52,2	62,6	63,7	72,8	72,3	71,9	79,0	72,9	71,0	74,8	75,6	66,8	83,8	78,0



Obr. 8: Detail průjezdu vlaku EC (E) v 10:42 - vážené hladiny zrychlení v 1/3 oktávových frekvenčních pásmech

Tab. č. 5: Detail průjezdu vlaku Os (E) v 4:25 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	25,7	29,5	35,9	34,7	37,1	39,1	39,8	40,5	44,2	49,3	54,3	55,2	59,7	57,3	56,6	58,0	60,2	65,2	60,1	54,2	69,5	78,0
Y	31,4	31,9	40,4	39,1	38,8	38,6	44,5	44,4	49,0	50,7	55,9	54,3	63,2	63,6	66,5	61,8	69,9	73,0	66,9	63,1	76,8	78,0
Z	28,9	30,6	36,4	39,5	38,4	38,0	36,3	38,7	45,0	53,4	58,5	62,5	69,3	67,4	73,1	66,7	72,6	76,3	70,5	62,1	80,6	78,0



Obr. 9: Detail průjezdu vlaku Os (E) v 4:25 - 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 – Lukavec 58, Lukavec

Hygienický limit je prokazatelně splněn u 40 zaznamenaných vlakových souprav z celkového počtu 98 zaznamenaných průjezdů.

U 34 průjezdů došlo k prokazatelnému překročení hygienického limitu v minimálně jednom směru (osa X, Y nebo Z). U dalších 25 průjezdů spadá alespoň jedna z hodnot (os X, Y a Z) do pásma nejistoty, takže nelze učinit jednoznačný závěr.

7. Poznámky a vysvětlivky

Označení druhů vlaků:

<i>Os</i>	<i>osobní vlak</i>
<i>R</i>	<i>rychlík</i>
<i>EC</i>	<i>EuroCity, vlak vyšší kvality</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>diesellový/elektrický pohon</i>

konec protokolu
