

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

ODBORNÁ STUDIE Č. 4569-S66-17

Optimalizace traťového úseku Litoměřice dolní nádraží (včetně) - Ústí nad Labem Střekov (mimo)	PDF
ČÁST 2 – VIBRACE	Revize 0

Objednatel, adresa	Ekopontis, s.r.o., Cejl 511/43, 602 00 Brno
Číslo objednávky	Bez čísla (29.5.2017)
Číslo zakázky	4569-S66-17
Datum přijetí zakázky	10.5.2017
Datum provedení zkoušky	V-VI/2017
Zkoušku provedl	Libor Brož, Dana Thorovská
Protokol vypracoval	Libor Brož
Účel (stupeň)	Průzkumné měření, DÚR
Počet stran protokolu	37
Elektronická verze	4569-2_optimalizace trati Ltm-UnL vibrace.doc

Pracovník laboratoře fyzikálních faktorů, odpovědný za provedení zakázky a zpracování protokolu:

Datum schválení	Jméno, funkce	Kontakt	Podpis
12.10.2017	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 vibrací	3
4.1	Parametry trati, stávající stav	3
4.1.1	Železniční svršek	4
4.2	Intenzita železniční dopravy, stávající stav	4
4.3	Lokalizace řešeného úseku trati	5
5	Popis situace	6
5.1	Způsob měření vibrací	6
5.2	Hygienické limity vibrací	6
5.3	Situace bodů měření	7
5.4	Fotodokumentace	13
5.5	Geologická charakteristika území	14
5.5.1	Litoměřice	14
5.5.2	Žalhostice	15
5.5.3	Velké Žernoseky	16
5.5.4	Libochovany, Církvice, Sebzůn	16
5.5.5	Ústí nad Labem	17
5.6	Výsledky měření vibrací	18
5.7	Stanovení výsledných hodnot vibrací	36
6	Strukturální hluk	36
7	Závěr	37
7.1	Vibrace	37
7.2	Strukturální hluk	37

1 Předmět zkoušky

Zařízení:	Optimalizace traťového úseku Litoměřice dolní nádraží (včetně) – Ústí nad Labem Střekov (mimo)
Objednatel:	Ekopontis, s.r.o., Cejl 511/43, 602 00 Brno
Účel měření:	Průzkumné měření a hodnocení vibrací, DÚR.
Datum měření:	12.5.2017 – 13.6.2017

2 Metoda měření

Měření provedeno dle:	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:	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

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.

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.

4 Zdroj vibrací

Měřeným a výpočtově posuzovaným zdrojem hluku je vlaková doprava na železniční trati č. 503 v úseku 072 Litoměřice – Ústí n/L, měřeny a hodnoceny jsou pouze vibrace při průjezdech vlaků na řešené trati. Současně probíhala běžná silniční doprava, z měření a hodnocení je vyloučena.

Trať je středně frekventovanou trasou mezinárodního významu, v denní době je vyrovnaný podíl osobní a nákladní dopravy, v noci převládá doprava nákladní. V době zpracování této studie byl registrován vzrůstající podíl moderních nákladních vlaků mezinárodní přepravy s moderními podvozky.

4.1 Parametry trati, stávající stav

Trať před rekonstrukcí železničního svršku i spodku, dvoukolejná, ve stanicích vícekolejná, elektrifikovaná. Max. rychlost na hlavních kolejích 100 km/h v obou směrech, vedlejší koleje ve stanicích 40 km/h, trvalé nastavení. Převýšení trati v obloucích max. 100 mm. Sklon trati max. 2 ‰, klesá po směru staničení s tokem Labe.

V roce 2015 byla provedena částečná rekonstrukce, ve směru Lysá n/L byla kompletně vyměněna kolej v úseku Litoměřice – Velké Žernoseky, v krátkém úseku u Libochovan pak koleje obě. V roce 2013 bylo provedeno broušení kolejnic za účelem snížení akustické drsnosti. V úseku Litoměřice – Církvice je trať v dobrém technickém stavu, bez závad. Od Církvic do ŽST Ústí n/L Střekov je stav trati zhoršený, projevují se závady v upevnění kolejnic a na šterkovém loži.

4.1.1 Železniční svršek

Traťová kolej směr Ústí n/L (stará kolej): Kolejnice tvaru R 65, pražce betonové SB 6 nebo SB 8 (na zhlaví ŽST dřevěné), upevnění podkladnicové tuhé typu K. V úseku Litoměřice – Libochovany provedeno broušení kolejnic v roce 2013. Výška šterkového lože cca 30-40 cm.

Traťová kolej směr Litoměřice (Lysá n/L), úsek Litoměřice – Libochovany (nová kolej): Kolejnice tvaru UIC 60 E1, pražce betonové B91S. Upevnění kolejnic bezpodkladnicové pružné W14, na zhlavích železničních stanic upevnění Pandrol. Výška šterkového lože cca 25-40 cm.

Traťová kolej směr Litoměřice (Lysá n/L), úsek Libochovany – Střekov (stará kolej): Kolejnice tvaru R 65, pražce betonové SB 6, upevnění podkladnicové tuhé typu K. Bez broušení kolejnic a bez protihlukových prvků. Výška šterkového lože cca 30-40 cm.



Detail železničního svršku, nová kolej (60 E1)



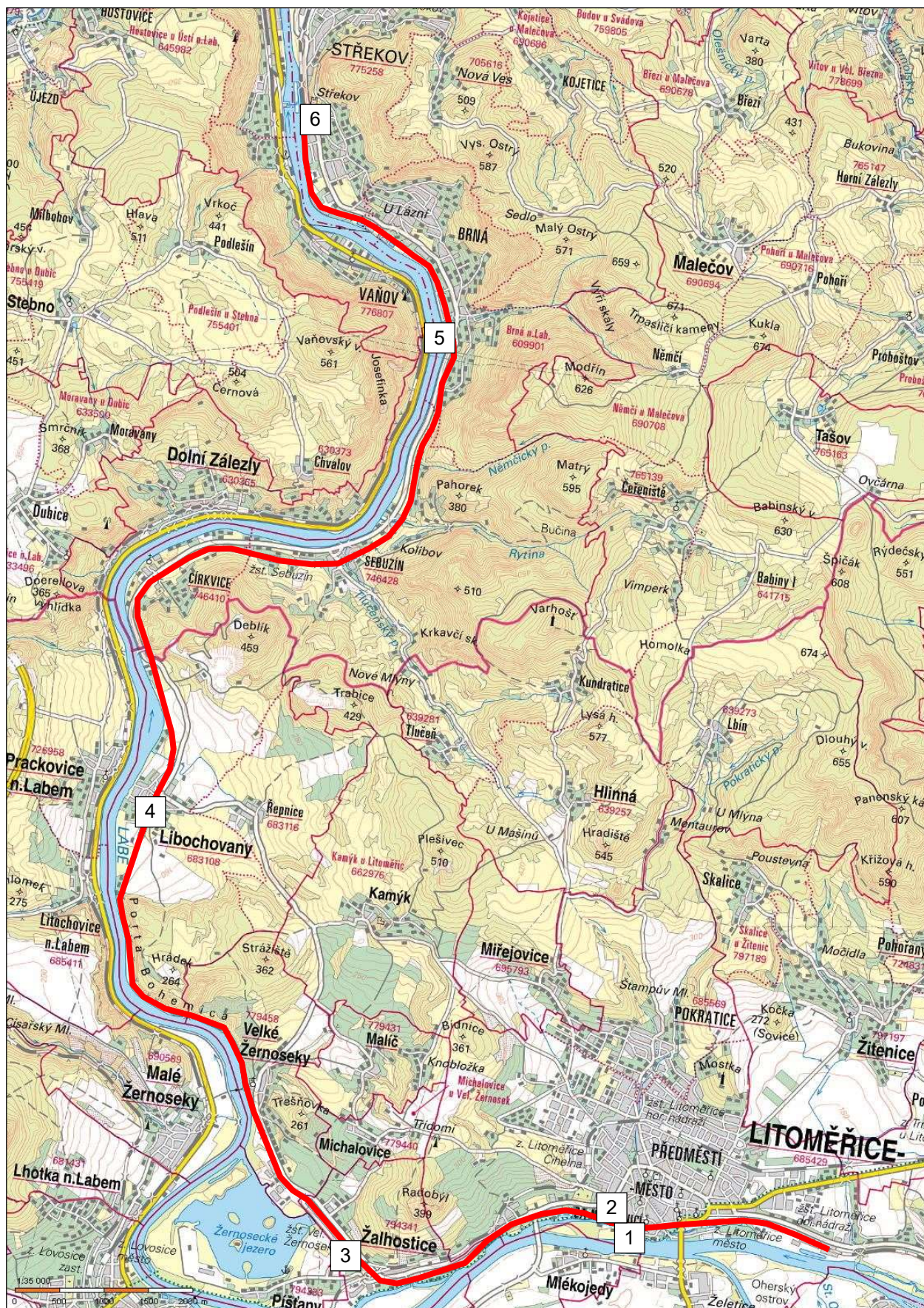
Detail železničního svršku, stará kolej (R 65)

4.2 Intenzita železniční dopravy, stávající stav

Současný rozsah dopravy na trati č. 503 v úseku 072 Litoměřice – Ústí nad Labem, RPD1 2016					
Typ vlaku	Kategorie RMR	Loko (HV)	Σ den (6-22 h)	Σ noc (22-6 h)	Popis kategorie
R	1	162 163	14	2	Osobní rychlíky, elektrická lokomotiva 162/163 a 3 rychlíkové vozy (B, AB, BDs nebo 80-30), převážně špalkové brzdy litinové
Os	3	162 163	26	4	Osobní vlaky, elektrická lokomotiva 162/163, 2 vozy Bdmtee a řídící vůz 80-30 (Sysel), diskové brzdy
Mn	4	různé	2	0	Manipulační nákladní vlaky kratší, trakce elektrická nebo dieselová, špalkové brzdy litinové (podíl kompozitních 0%)
N-stand.	11	různé	36	22	Nákladní vlaky starého typu, 20-30 vagonů, trakce elektrická nebo dieselová, špalkové brzdy litinové (podíl kompozitních do 20 %)
N-tiché	4	740 363	12	5	Nákladní vlaky tiché, 20-30 vagonů moderní konstrukce, trakce elektrická, špalkové brzdy z kompozitních materiálů (100 %)
Lv	různé	různé	5	3	Lokomotivní vlaky. Strojní jízdy lokomotiv, traťová služba, pracovní stroje apod. 0-1 vagon.

4.3 Lokalizace řešeného úseku trati

Základní mapa ČR 1:25000 (ČÚZK). Řešená trať vyznačena červeně. Tisk bezrozměrný, zmenšeno.



5 Popis situace

Účelem měření je pořízení náměrů vibrací při jednotlivých průjezdech vlakových souprav v referenčních bodech umístěných přednostně na podlahové nebo základové desce měřeného domu. Provoz na železnici je nejsilněji se projevujícím zdrojem vibrací, technické ani jiné zdroje vibrací nebyly za dobu měření zjištěny. Na všech měřicích bodech je provoz na trati rozhodujícím zdrojem přerušovaných vibrací.

Měřicí body vždy reprezentují celou skupinu domů v obdobné pozici k trati jako měřený objekt. 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 polojasno, bez deště. Povrch trati a pozemních komunikací suchý.

5.1 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 betonové desce zapuštěné do terénu v místě, kde bude stát bytový dům. 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

5.2 Hygienické limity vibrací

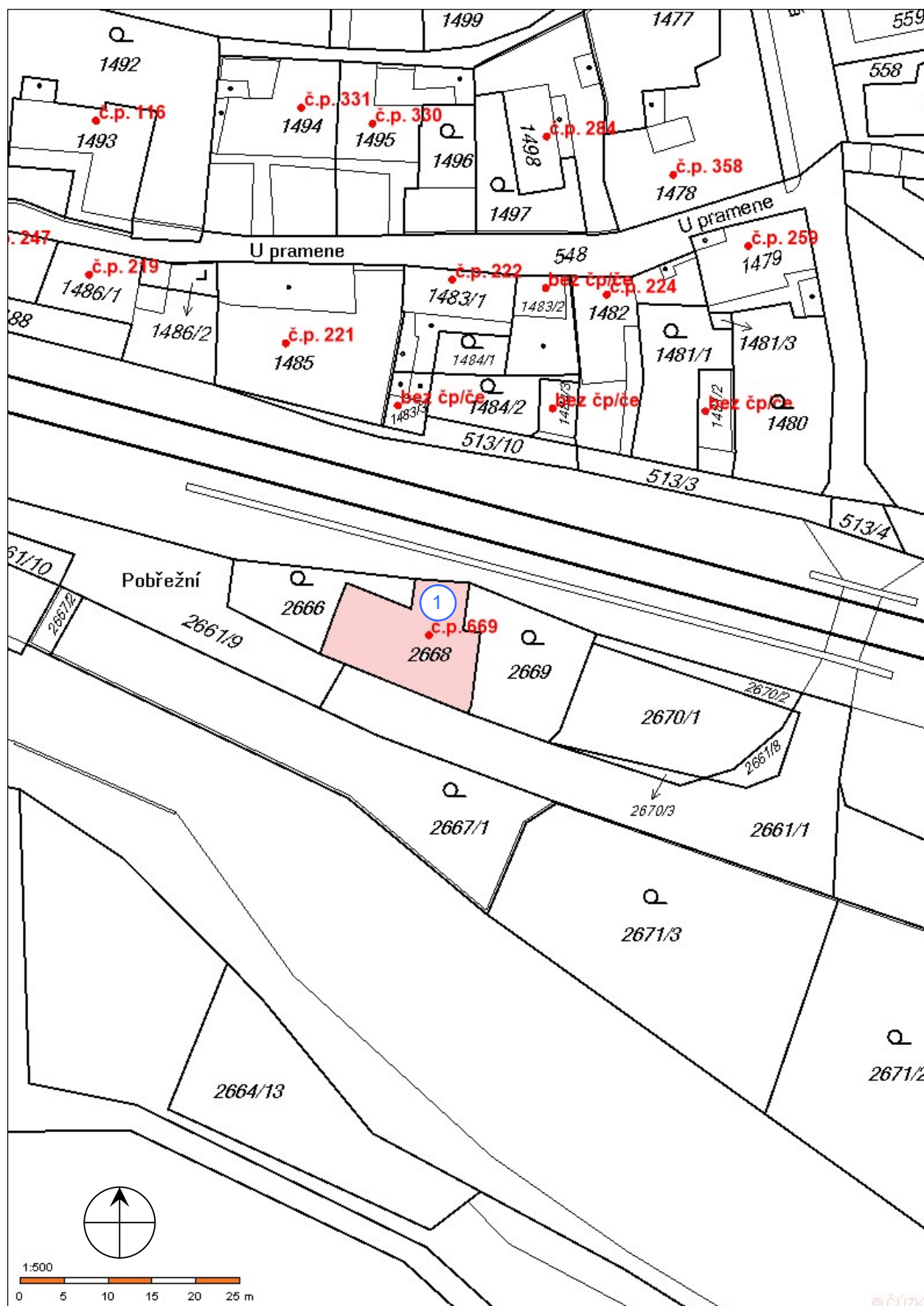
Hygienický limit vibrací v chráněných vnitřních prostorech staveb se vyjadřuje průměrnou váženou hladinou zrychlení vibrací ($L_{aw,T}$), základní limit $L_{aw,T} = 75$ dB. Hygienické limity vibrací v chráněných vnitřních prostorech staveb se vztahují na horizontální a vertikální vibrace v místě pobytu 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.

5.3 Situace bodů měření

Bod 1 – Litoměřice, Pobřežní 669/11 Katastrální mapa M 1:500, ČÚZK. Tisk bezrozměrný, upraveno.

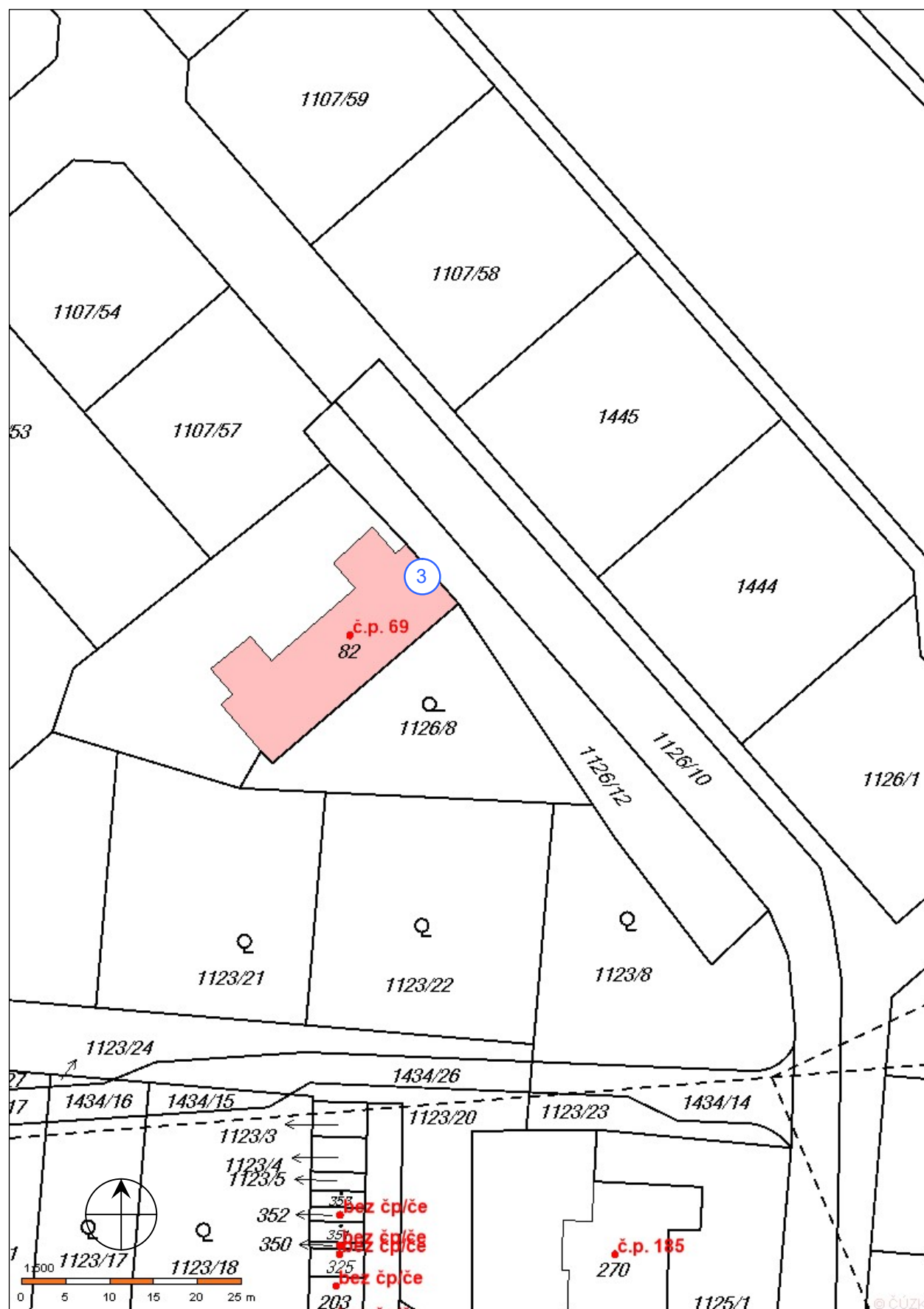


Katastrální mapa M 1:500, ČÚZK. Tisk bezrozměrný, upraveno.



Bod 3 – Žalhostice č.p. 69

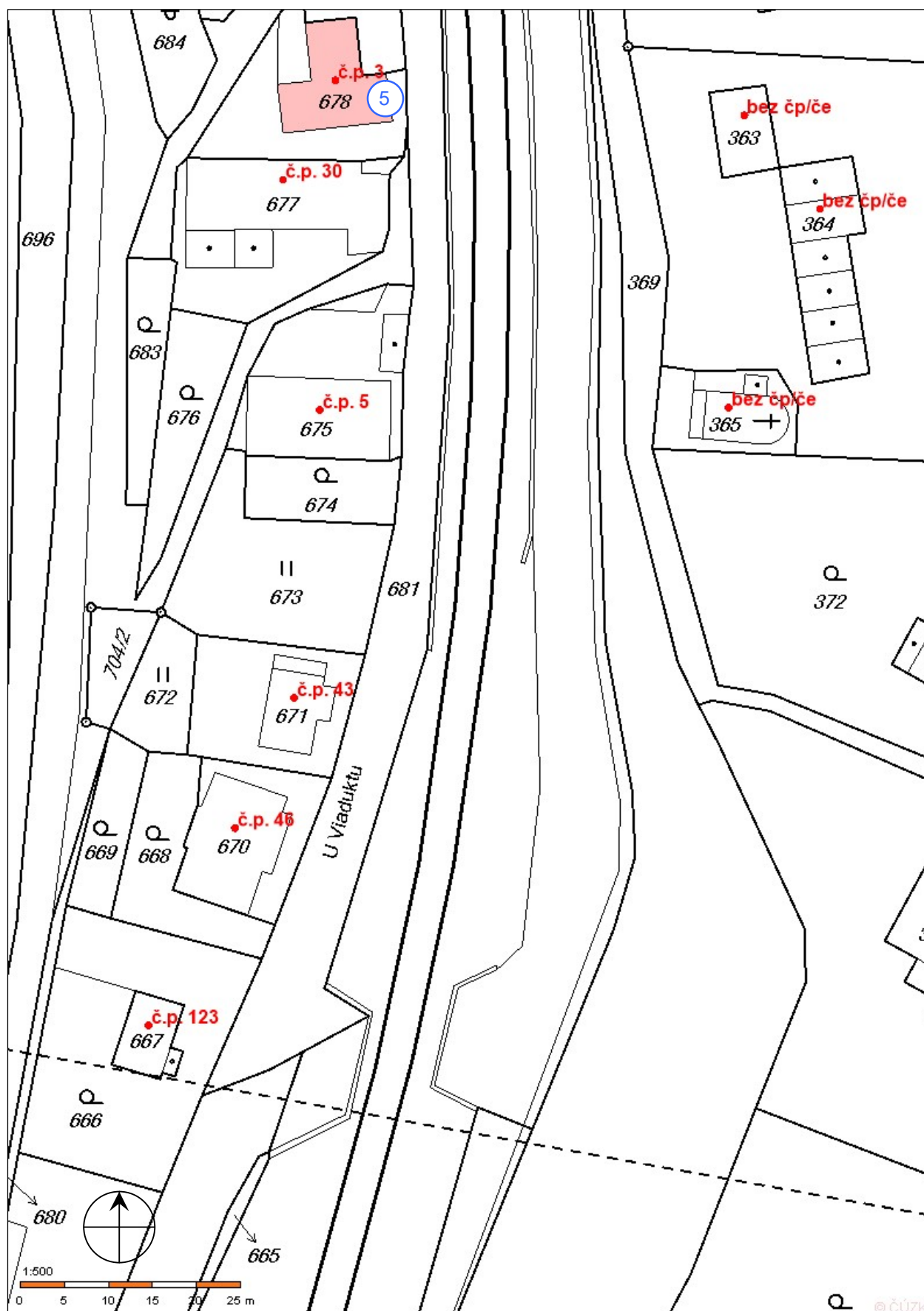
Katastrální mapa M 1:500, ČÚZK. Tisk bezrozměrný, upraveno.



Katastrální mapa M 1:500, ČÚZK. Tisk bezrozměrný, upraveno.

Bod 5 – Ústí nad Labem, U viaduktu 3

Katastrální mapa M 1:500, ČÚZK. Tisk bezrozměrný, upraveno.



Bod 6 – Ústí nad Labem, Průchodní 979/7

Katastrální mapa M 1:500, ČÚZK. Tisk bezrozměrný, upraveno.



5.4 Fotodokumentace

Šipka označuje měřený prostor.



Měřicí bod č. 1, Litoměřice, Pobřežní 669/11



Měřicí bod č. 2, Litoměřice, U pramene 223/12



Měřicí bod č. 3, Žalhostice č.p. 69



Měřicí bod č. 4, Libochovany č.p. 101



Měřicí bod č. 5, Ústí nad Labem, U viaduktu 3



Měřicí bod č. 6, Ústí nad Labem, Průchodní 979/7

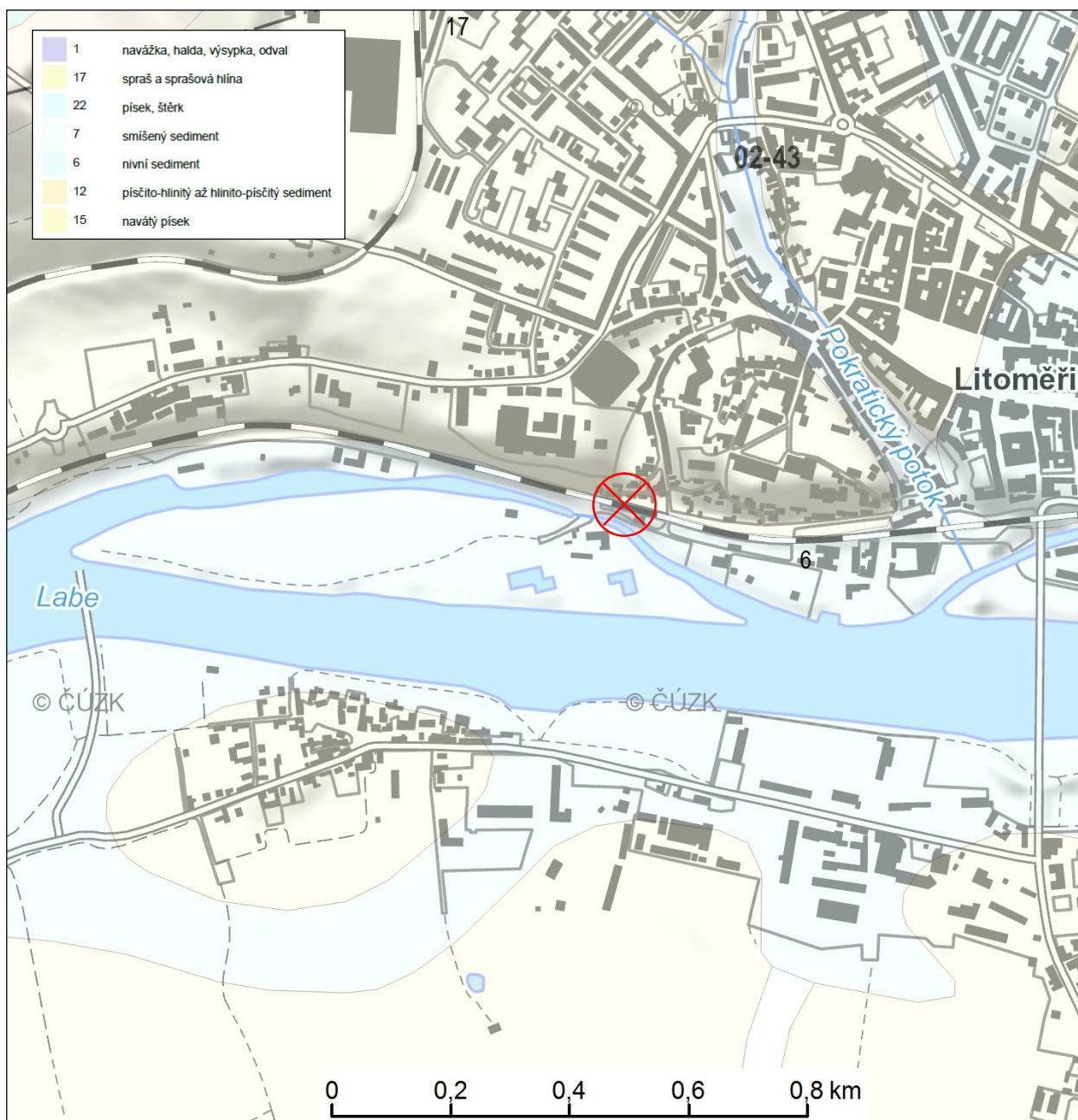
5.5 Geologická charakteristika území

Trať je vedena podél řeky Labe na pomezí nezpevněných nivních sedimentů a skalního podloží. Cílem této studie je zmapovat území s obytnými stavbami náchylné ke zvýšené intenzitě šíření vibrací z trati, neboť jeho hranice může být velmi ostrá, kdy na objektech stojících vlevo trati směrem k řece měříme hodnoty až o 20 dB vyšší, než na některých domech ve stejné vzdálenosti vpravo trati založených na skalním podloží. Detailně viz jednotlivé lokality:

5.5.1 Litoměřice

Plocha určená k posouzení přenosu vibrací z trati na chráněné objekty se omezuje na Lodní náměstí a dolní okraj čtvrti Rybáře, leží na podloží nezpevněného kvarterního sedimentu fluvialního původu, kde je velká pravděpodobnost sezonního nasycení vodou. Tento druh podloží je vibracím silně vodivý a hodnocen jako rizikový. Případný recent je tvořen navážkami v tenkých vrstvách (max. 1 m) souvisejícími s rovnáním pláně pro trať a domy. Dále po směru staničení vpravo trati pak vystupuje podloží tvořené bazalty nebo navětralými spongility, které je vibracím málo vodivé, kvarterní sprašový překryv nemá na šíření vibrací v této pozici vliv.

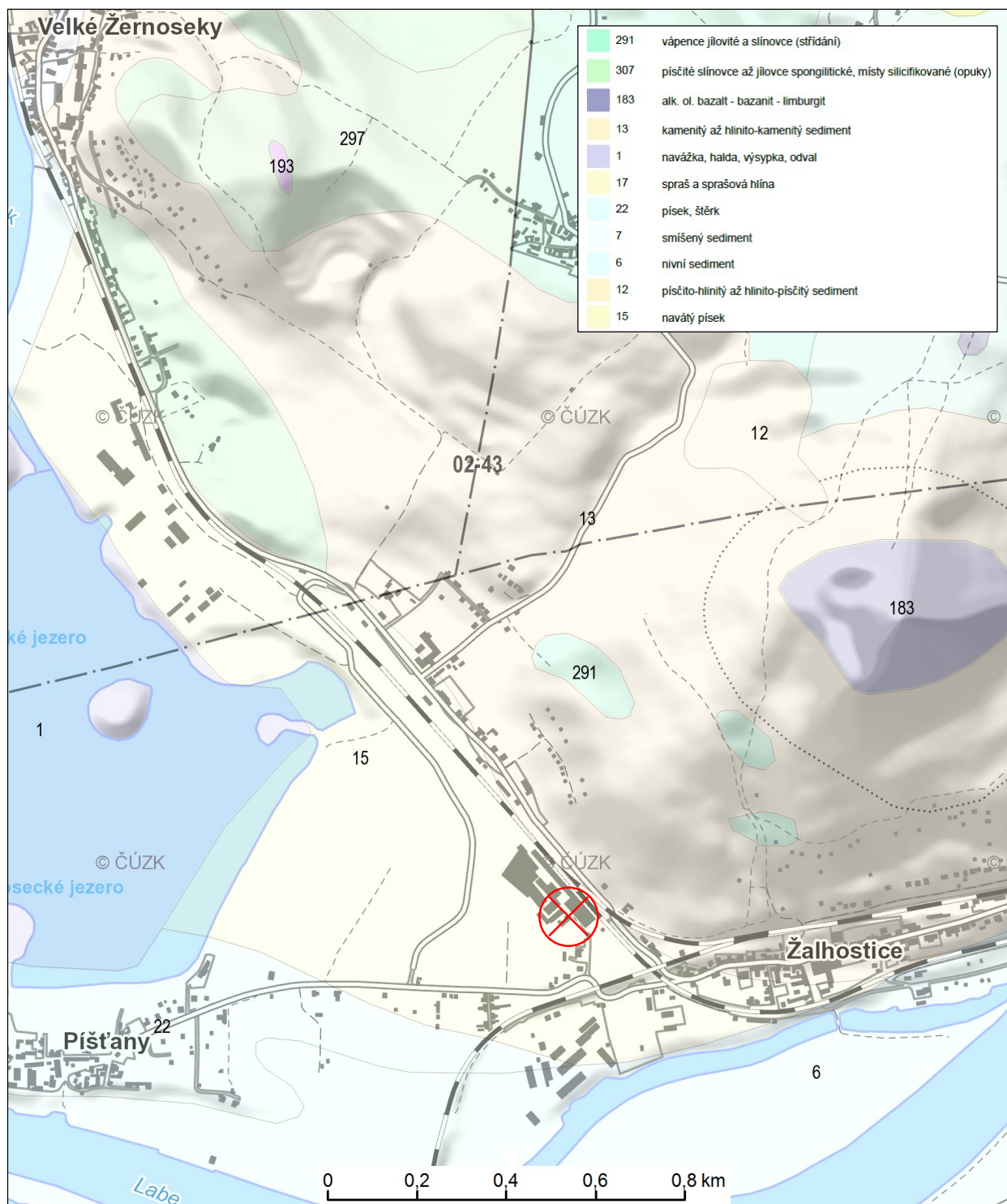
Geologická mapa M 1:50000 (Geoportál ČGS, tisk bezrozměrný)



5.5.2 Žalhostice

Trať je v průchodu obcí vedena přes dvě zásadní zóny. Začátek obce ve směru staničení leží na patě Radobýlu s opukovým až vápencovým podložím s překryvem kvarterního nezpevněného sedimentu, především po pravé straně trati jsou budovy založeny do skalního podloží. Tato zóna je za normálních podmínek méně náchylná k intenzivnímu šíření vibrací z trati. Nasycení terénu vodou by zde nemělo mít delšího trvání, srážková voda má volný odtok. Dále po směru staničení v prostoru železniční stanice skalní podloží ustupuje a nastupují rozlehlé plochy nezpevněného nivního sedimentu fluvialního původu (štěrkopísky) v souvislé vrstvě zasahující pod hladinu spodní vody, je zde velká pravděpodobnost trvalejšího nasycení vodou a jako vibračním silně vodivý a hodnocený jako rizikový je zejména úsek v okolí ŽST Velké Žernoseky, ležící na území obce Žalhostice. S ohledem na geologické poměry lokality byl referenční bod situován do této zóny na bytový dům č.p. 69, ležící nedaleko jižního zhlaví stanice.

Geologická mapa M 1:50000 (Geoportál ČGS, tisk bezrozměrný)

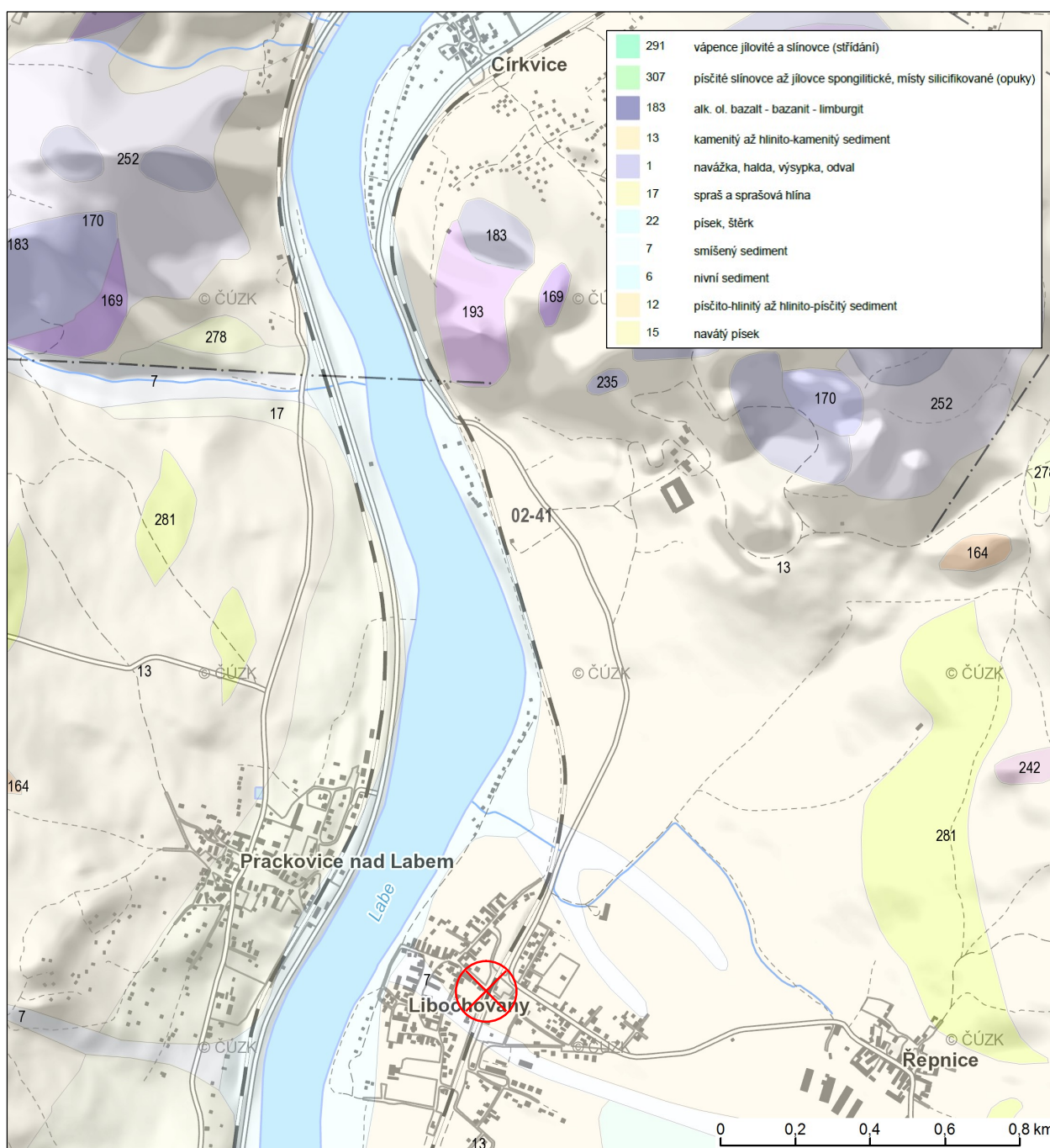


5.5.3 Velké Žernoseky

Většina obytných objektů se nachází po pravé straně trati a jsou založeny do skalního podloží. Tato zóna je za normálních podmínek méně náchylná k intenzivnímu šíření vibrací z trati. Ze začátku obce ve směru staničení skalní podloží ustupuje do větších hloubek a pro vedení vibrací z trati je rozhodující vrstva nezpevněného nivního sedimentu fluvialního původu (štěrkopísky) zasahující pod hladinu spodní vody, je zde možnost sezonního nasycení vodou a tedy vyšší riziko šíření vibrací. Plně zde platí podmínky pro území kolem ŽST V.Žernoseky. Mapa viz kapitola 5.5.2 této studie.

5.5.4 Libochovany, Církvice, Sebzův

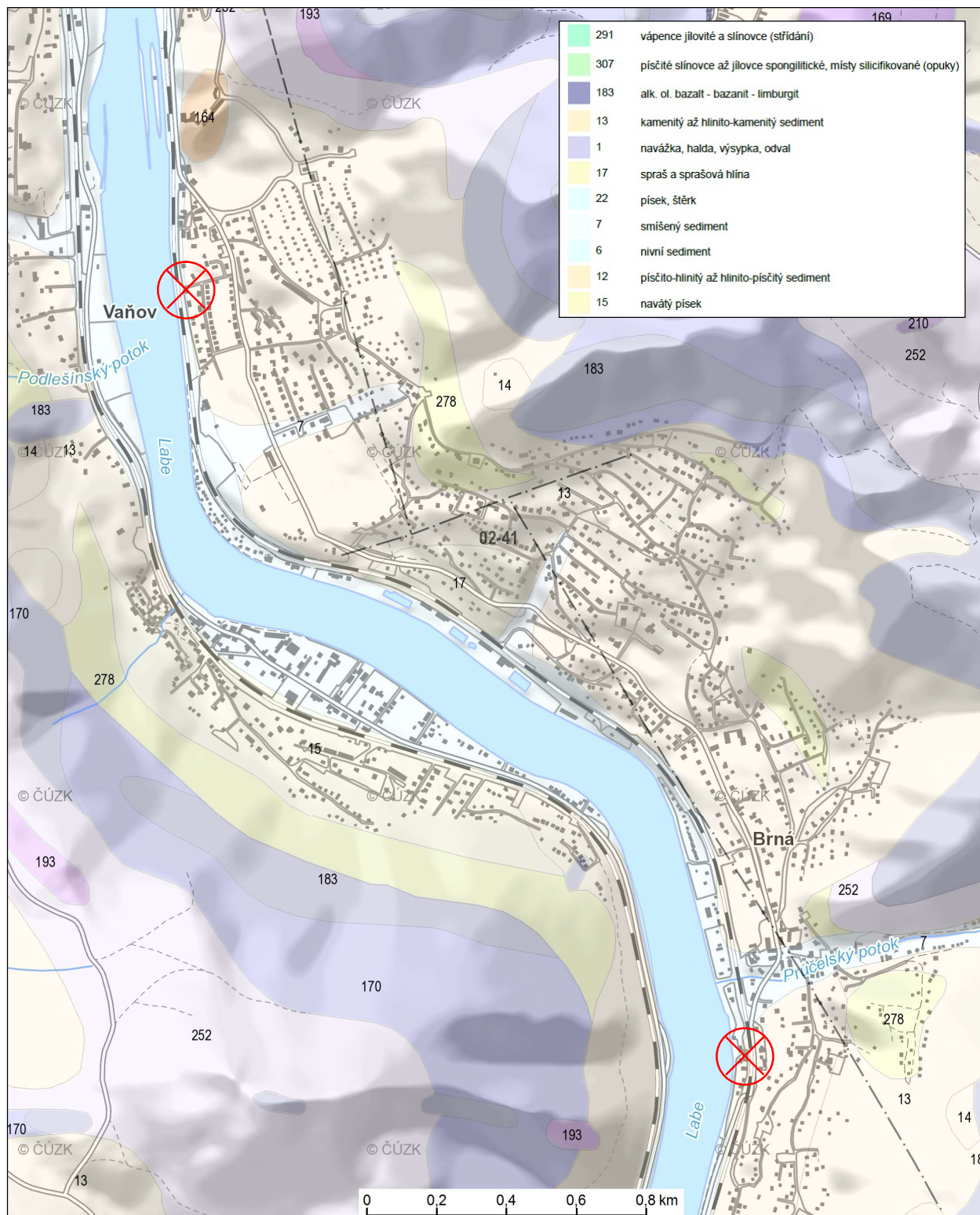
Obce leží na náplavových kuželech příčných Labských údolí tvořených kvarterním nezpevněným sedimentem (smíšený sediment). S ohledem na předpokládaný volný odtok povrchové vody zde nepředpokládám trvalejší nasycení terénu vodou a tedy déle trávající intenzivní přenos vibrací z trati na chráněné objekty. Pro měření byl vybrán jeden ze dvou objektů ležících bezprostředně při trati Libochovany č.p. 101.



5.5.5 Ústí nad Labem

Trať je v průchodu řešenou částí Ústí nad Labem vedena převážně po náplavových terasách Labe tvořených různými druhy kvarterních nezápevných sedimentů fluviálního původu v souvislé vrstvě zasahující pod hladinu spodní vody. V místech bez možnosti volného odtoku povrchové vody je velká pravděpodobnost trvalejšího nasycení terénu vodou. Jako vibracím silně vodivý a hodnocený jako rizikový je zejména úsek při konci stavby u Střekovské přehrady, kde byl umístěn referenční bod č. 6. Pro ověření reálného šíření vibrací bylo dále měřeno v úseku trati na začátku Brné, kde je ztenčená vrstva kvarterních sedimentů a stavby jsou založeny na trachytovém skalním podloží, současně je zde velmi špatná kvalita trati, před nutnými opravami.

Geologická mapa M 1:50000 (Geoportál ČGS, tisk bezrozměrný)



5.6 Výsledky měření vibrací

Litoměřice, Pobřežní 699/11

Měřicí bod č. V-1

Měřený objekt leží na nivním sedimentu po levé straně trati, odpovídá bodu měření hluku č. 5. Sestava snímače a úchytu byla umístěna na podlaze v 1.NP budovy, založené pod úrovní trati. Bylo měřeno ve středu pobytové místnosti nejbližší k trati v přízemí domu.

Trať je zde vedena na opěrné zdi a náspu, po velké opravě a výměně nebo broušení kolejnic.

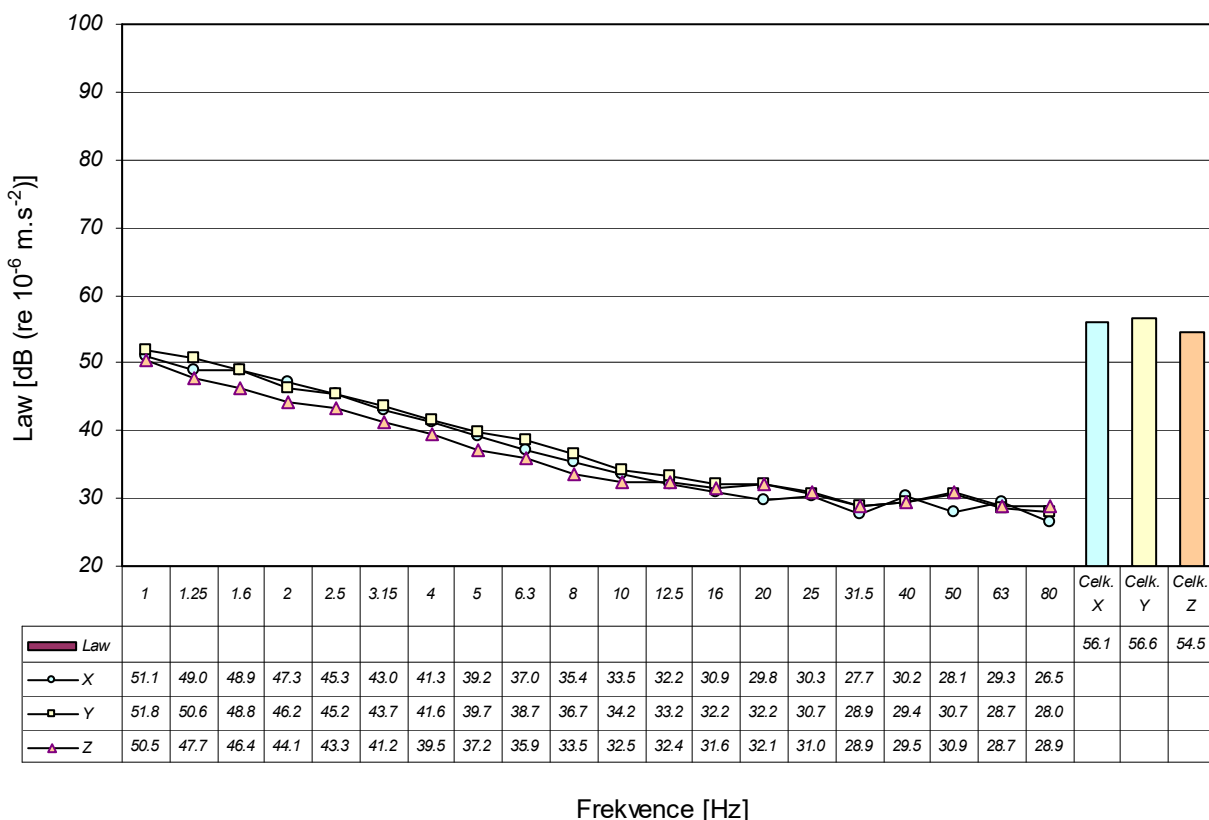
Náměry byly prováděny při průjezdech vlakových souprav v obou směrech. Vibrace ve vertikální a obou horizontálních osách byly měřeny současně vícekanálovým hladinovým analyzátořem, vždy pro celou dobu průjezdu celé soupravy.

Naměřené hodnoty:

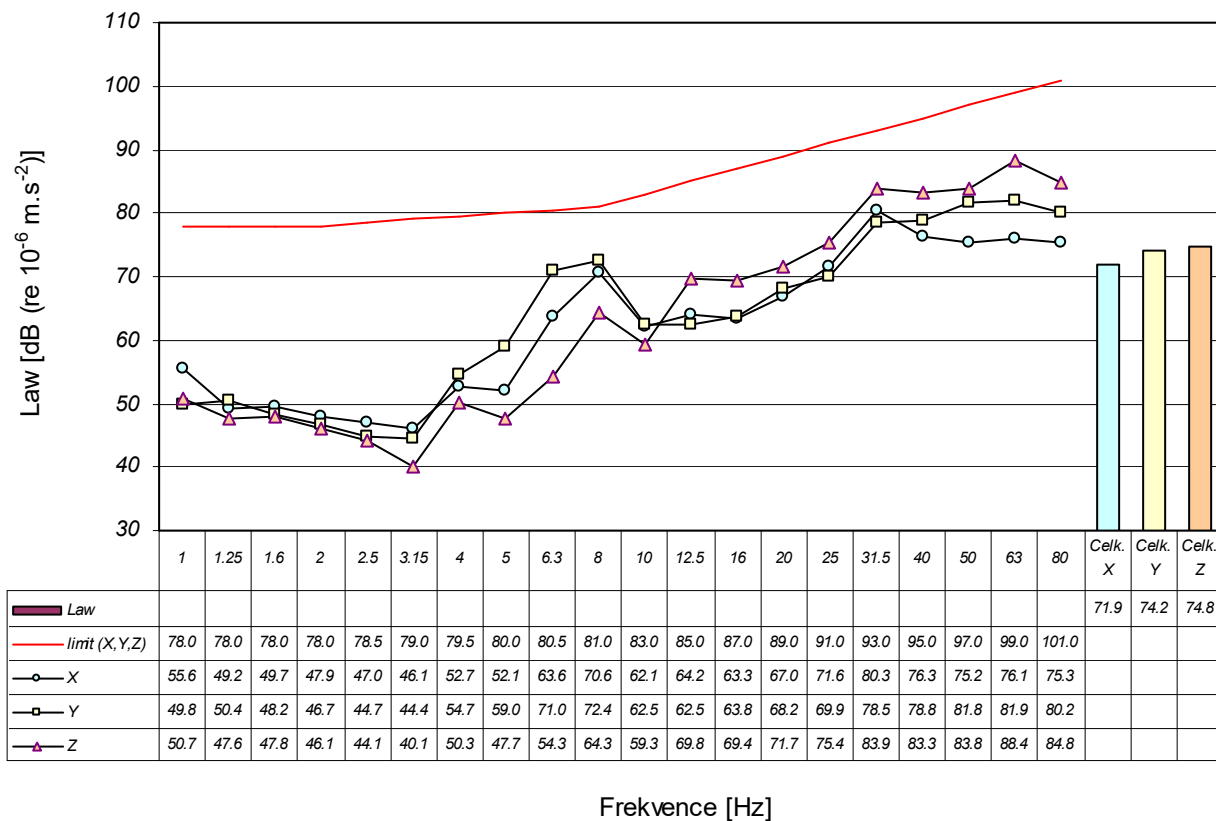
Čas	Vlak	Loko (řada)	Vagonů	Směr	Law(i) pro měřicí osy			Poznámka
					Osa X	Osa Y	Osa Z	
18:48					56.1	56.6	54.5	pozadí vč. automobil. dopravy
18:57	N	130	30	Lysá n/L	71.9	74.2	74.8	Falls, uhlí, 90 km/h
19:01	R	162	3	Ústí n/L	59.6	60.7	60.8	"B" + ŘV 80-30
19:04	R	162	3	Lysá n/L	63.3	68.0	64.2	"B" + ŘV 80-30
19:14	N	386	30	Lysá n/L	59.5	59.7	62.9	Mettrans kontejnery 50 km/h
19:15	N	189	25	Ústí n/L	66.1	65.7	67.4	VTG cisterny nové, 90 km/h
19:18	N	2x753	30	Ústí n/L	59.4	62.4	61.6	Cisterny, 45 km/h
19:44	Os	163	3	Ústí n/L	62.0	63.0	62.4	Bdmtee + ŘV 80-30
19:46	N	386	30	Lysá n/L	66.0	66.0	66.7	Mettrans kontejnery 80 km/h
19:49	N	122	25	Ústí n/L	62.1	61.7	60.5	Eas, prázdné
20:00	N	363	40	Ústí n/L	62.2	62.4	63.4	Kontejnery Maersk, 60 km/h
20:30	Os	162	3	Lysá n/L	57.4	59.9	60.7	Bdmtee + ŘV 80-30
20:43	N	363	29	Lysá n/L	62.3	63.9	63.3	Smíšený, 75 km/h
20:53	N	2x741	30	Ústí n/L	62.0	64.1	60.7	Cisterny, 75 km/h
21:00	R	163	3	Ústí n/L	62.1	66.3	62.8	"B" + ŘV 80-30
21:01	N	122	18	Lysá n/L	65.9	64.7	66.6	Cisterny, 75 km/h

Pro vybrané průjezdy každé kategorie vlaků jsou otištěna naměřená spektra, viz následující listy...

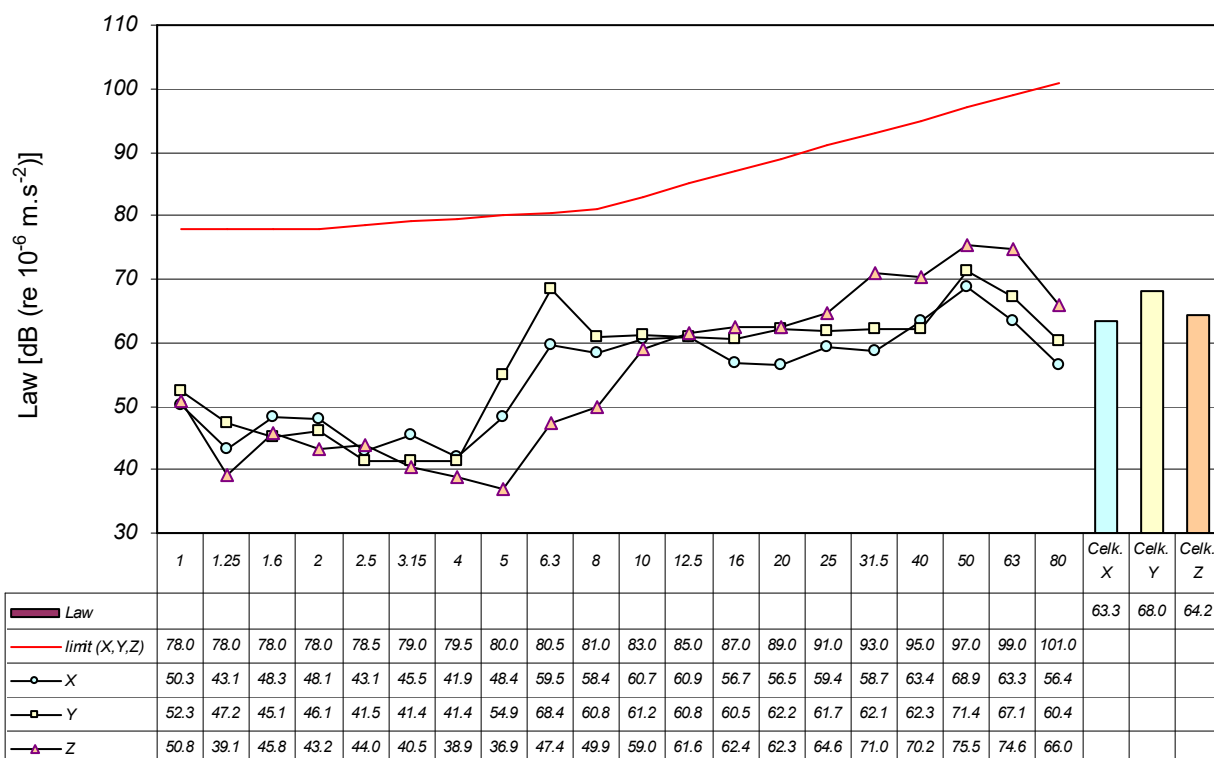
Pozadí vč. silnice, klid na trati, 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



Nákladní vlak, 18:57 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase

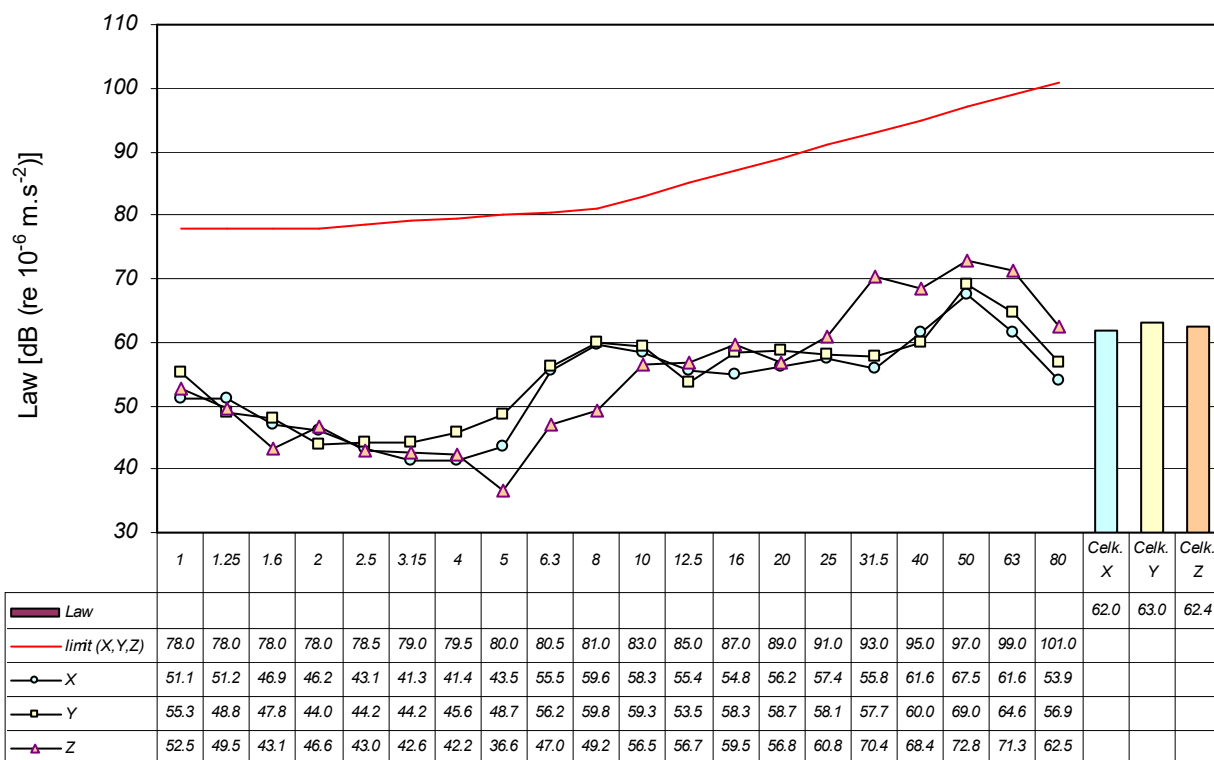


Rychlík, 19:04 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



Frekvence [Hz]

Osobní vlak, 19:44 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



Frekvence [Hz]

Litoměřice, U pramene 223/12

Měřicí bod č. 2

Měřený objekt byl vybrán pouze k měření vibrací za účelem ověření intenzity přenosu po skalním podloží. Objekt leží nedaleko bodu 1 na pravé straně trati, kde skalní podloží vystupuje nad nivní sediment a pro vibrace z trati jsou tedy zcela odlišné přenosové podmínky.

Sestava snímače a úchyty byla umístěna na podlaze v 1.NP budovy, založené cca na úrovni trati. Bylo měřeno ve středu pobytové místnosti nejbližší k trati v přízemí domu.

Trať zde přechází z náspu do odřezu, je po velké opravě a výměně nebo broušení kolejnic.

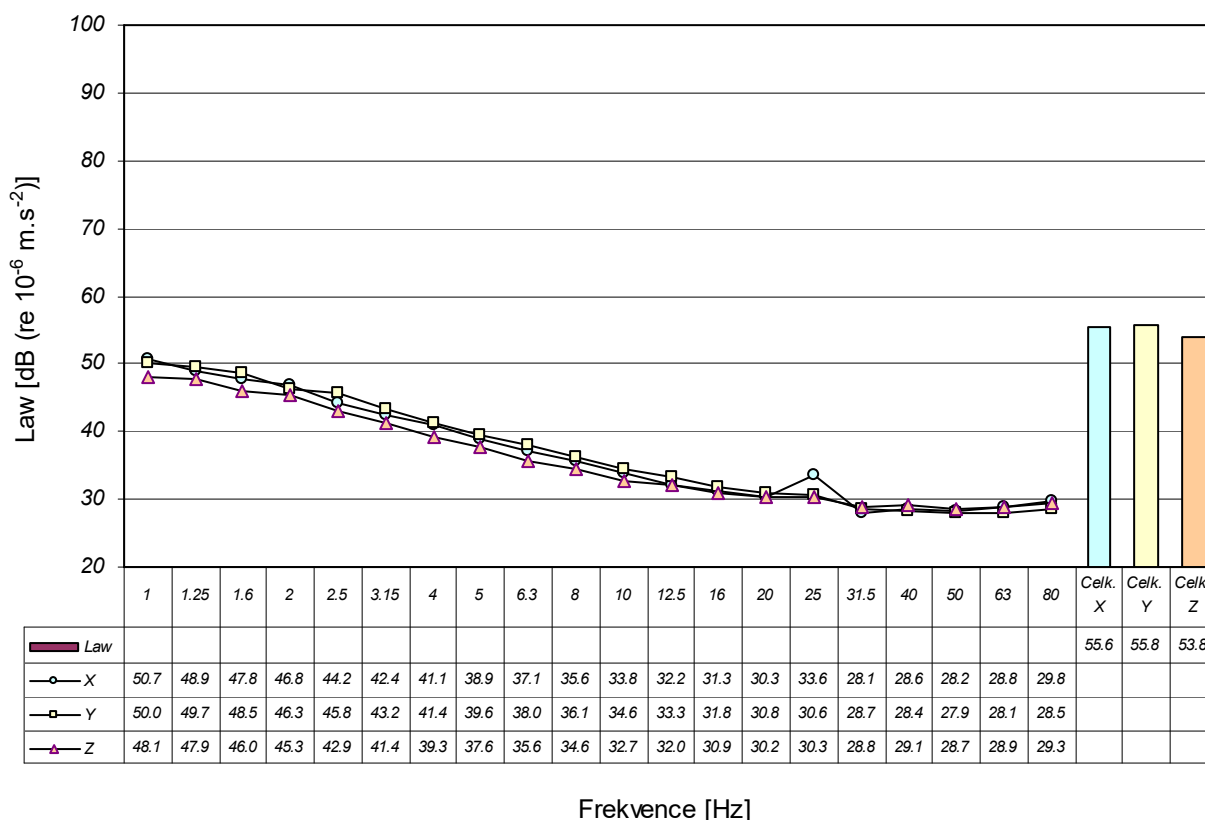
Náměry byly prováděny při průjezdech vlakových souprav v obou směrech. Vibrace ve vertikální a obou horizontálních osách byly měřeny současně vícekanálovým hladinovým analyzátořem, vždy pro celou dobu průjezdu celé soupravy.

Naměřené hodnoty:

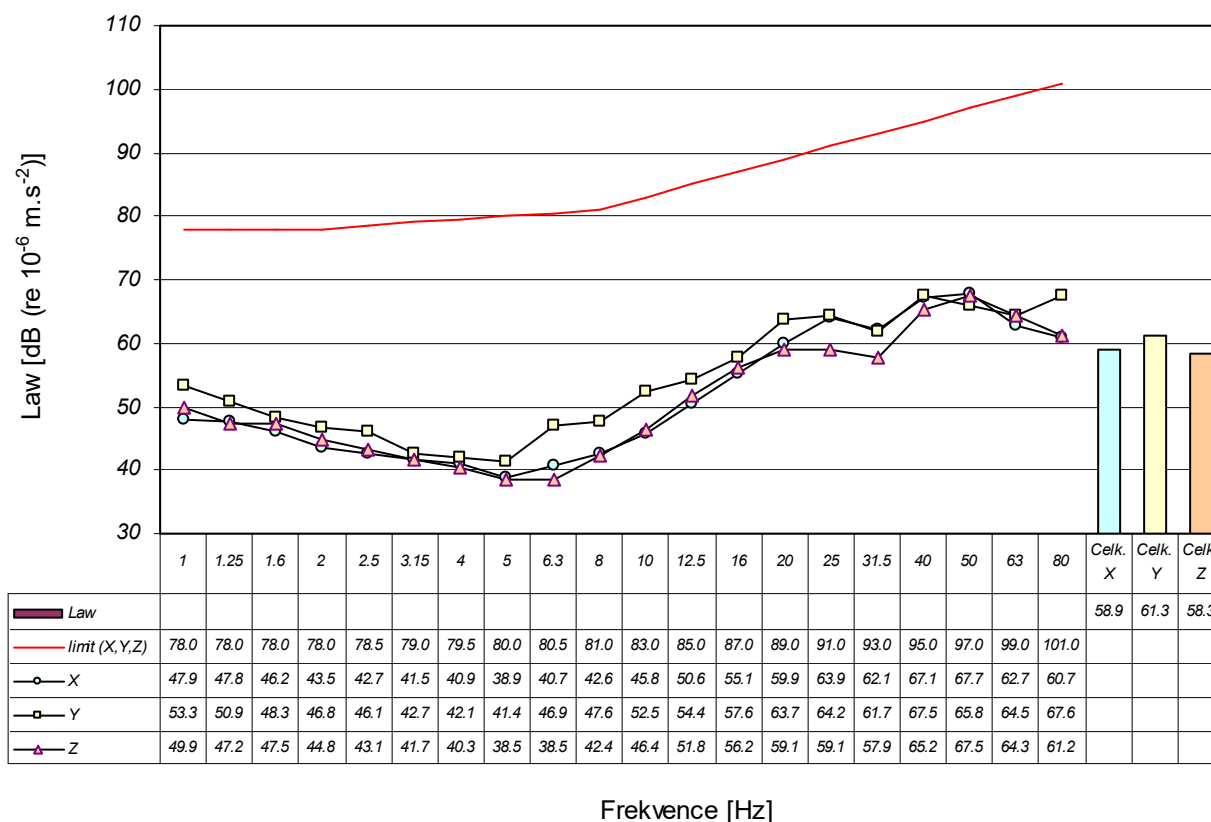
Čas	Vlak	Loko (řada)	Vagonů	Směr	Law(i) pro měřicí osy			Poznámka
					Osa X	Osa Y	Osa Z	
13:07					55.6	55.8	53.8	pozadí vč. automobil. dopravy
13:18	N	122	26	Lysá n/L	58.9	61.3	58.3	Smíšený
13:29	Os	163	3	Lysá n/L	54.8	58.1	55.5	Bdmtee + ŘV 80-30
13:34	Os	162	3	Ústí n/L	58.8	61.1	58.0	Bdmtee + ŘV 80-30
13:36	N	363	27	Lysá n/L	58.9	59.6	56.8	kryté Habins
13:39	N	363	38	Ústí n/L	58.3	57.9	56.4	BLG Autotransport
13:46	N	130	32	Lysá n/L	57.0	58.1	56.1	Falls uhlí
13:58	N	123	24	Lysá n/L	59.3	59.9	57.9	Cisterny
14:00	Lv	363	0	Ústí n/L	60.4	63.4	60.3	E-lok ČDC
14:09	N	363	31	Lysá n/L	60.0	61.2	58.1	Smíšený
14:11	N	386	40	Ústí n/L	57.5	58.0	55.0	Mettrans kontejnery pomalu
14:28	Os	163	3	Ústí n/L	59.5	61.9	60.0	Bdmtee + ŘV 80-30
14:33	N	130	29	Ústí n/L	59.6	60.7	57.7	Eas prázdné
14:34	Os	163	3	Lysá n/L	55.7	56.7	56.1	Bdmtee + ŘV 80-30
14:38	N	123	28	Ústí n/L	59.5	60.1	57.8	Falls uhlí
15:06	R	162	3	Lysá n/L	59.1	61.5	59.3	"B" + ŘV 80-30
15:09	R	163	3	Ústí n/L	58.6	57.8	53.9	"B" + ŘV 80-30

Pro vybrané průjezdy každé kategorie vlaků jsou otištěna naměřená spektra, viz následující listy...

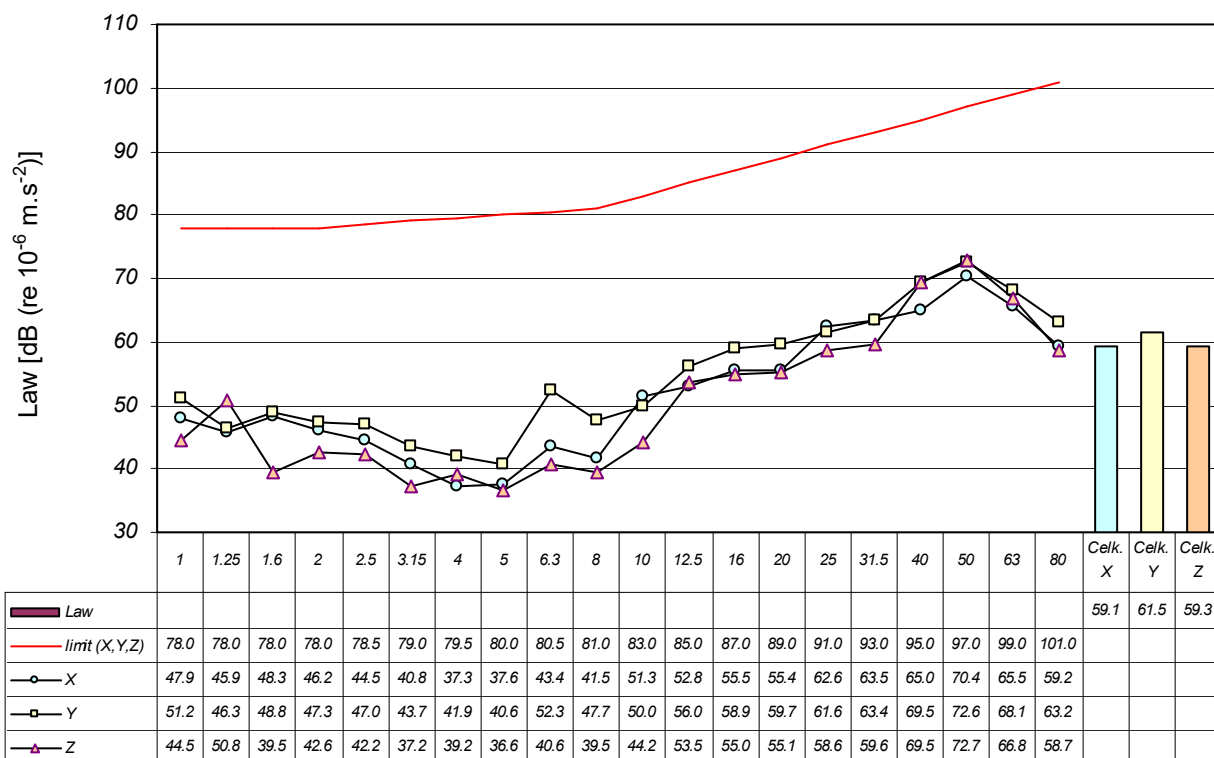
Pozadí vč. silnice, klid na trati, 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



Nákladní vlak, 13:18 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase

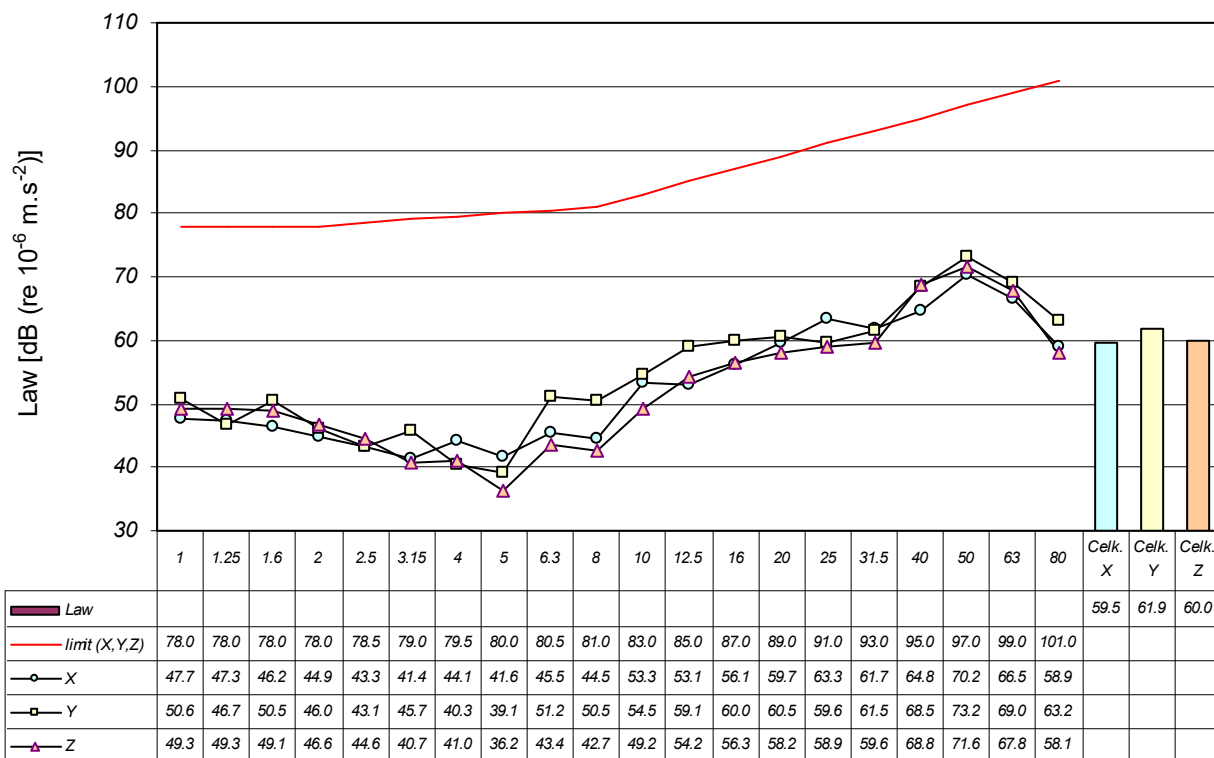


Rychlík, 15:06; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



Frekvence [Hz]

Osobní vlak, 14:28 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



Frekvence [Hz]

Žalhostice č.p. 69

Měřicí bod č. 3

Měřený objekt odpovídá měření bodu měření hluku č. 10. Byl vybrán za účelem ověření intenzity přenosu vibrací na delší vzdálenost od trati na podloží potenciálně zvodnělých písků. Objekt leží po levé straně trati nedaleko zhlaví ŽST Velké Žernoseky, kde vlaky přejíždějí přes výhybky a dochází tím k intenzivnějšímu vzniku vibrací oproti širé trati.

Sestava snímače a úchyty byla umístěna na podlaze v 1.NP budovy, založené cca 1 m pod úroveň trati. Bylo měřeno ve středu pobytové místnosti nejbližší k trati v přízemí domu.

Trať je zde vedena v rovině, je po opravě a výměně nebo broušení kolejnic, byly však zachovány původní typy výhybek s pevnou srdcovkou, kde oproti moderním typům dochází k většímu vzniku rázů.

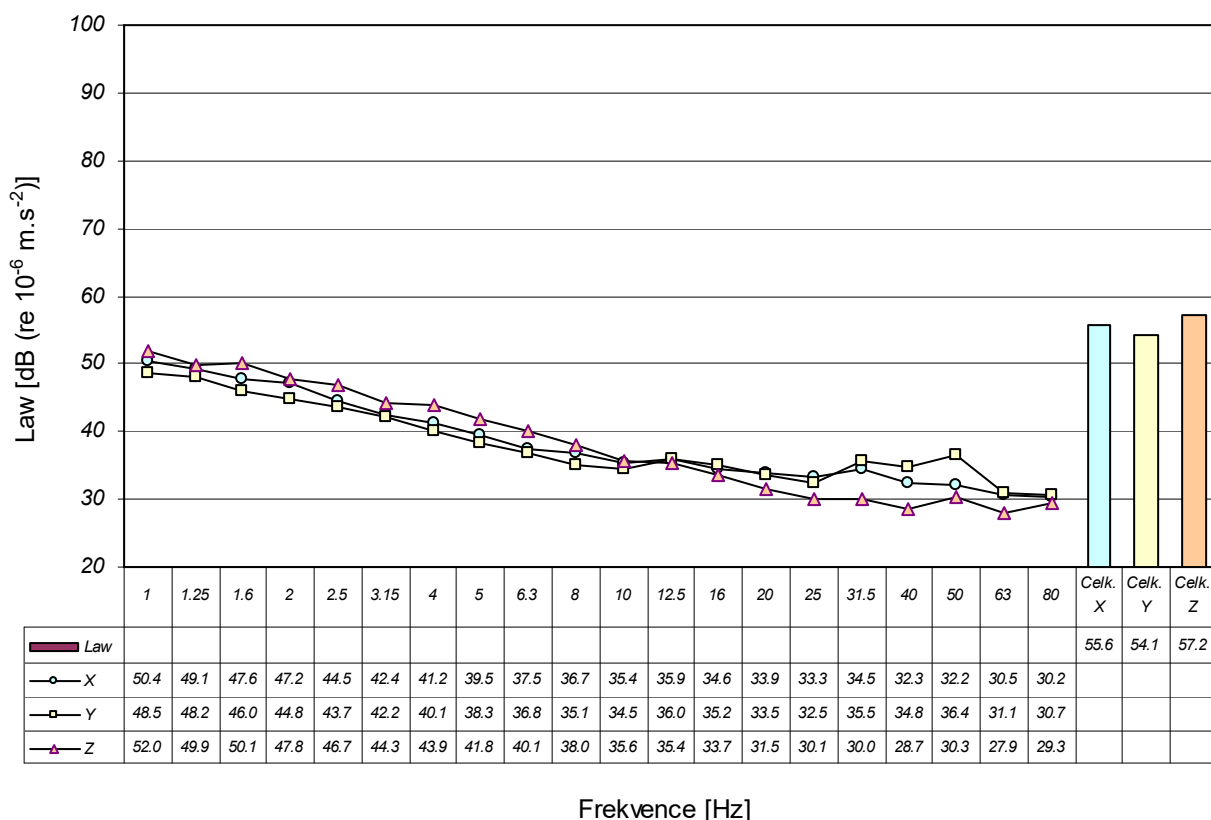
Náměry byly prováděny při průjezdech vlakových souprav v obou směrech. Vibrace ve vertikální a obou horizontálních osách byly měřeny současně vícekanálovým hladinovým analyzátozem, vždy pro celou dobu průjezdu celé soupravy.

Naměřené hodnoty:

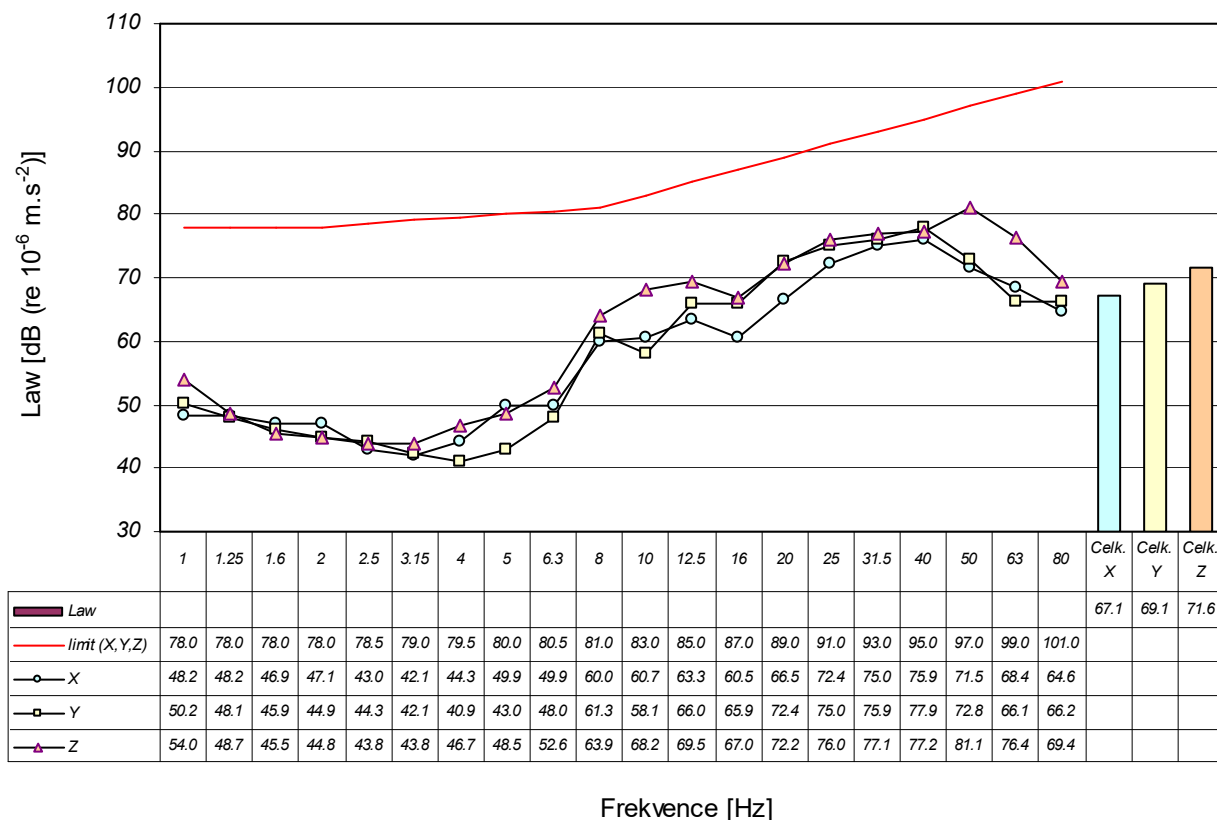
Čas	Vlak	Loko (řada)	Vagonů	Směr	Law(i) pro měřicí osy			Poznámka
					Osa X	Osa Y	Osa Z	
18:37					55.6	54.1	57.2	pozadí vč. automobil. dopravy
18:58	R	162	3	Ústí n/L	71.9	74.2	74.8	"B" + ŘV 80-30
19:11	N	372	36	Ústí n/L	66.4	70.6	68.6	BLG Autotransport
19:12	R	163	3	Lysá n/L	67.3	72.2	68.8	"B" + ŘV 80-30
19:33	N	193	38	Ústí n/L	64.1	68.9	67.5	BLG Autotransport, prázdné
19:48	Os	163	3	Ústí n/L	64.0	64.8	68.1	Bdmtee + ŘV 80-30
19:53	N	363	38	Lysá n/L	66.9	69.2	71.1	Kontejnery Maersk
20:00	N	130	27	Ústí n/L	65.9	68.5	70.9	Klanicové různé, dřevo
20:11	N	122	30	Lysá n/L	67.1	69.1	71.6	Falls, uhlí
20:27	Os	162	3	Lysá n/L	65.1	66.8	68.9	Bdmtee + ŘV 80-30
20:30	N	123	40	Ústí n/L	65.1	69.6	69.6	STVA Autotransport
20:44	N	2x 753	26	Lysá n/L	57.4	59.9	60.7	Cisterny Unipetrol
21:00	R	163	3	Ústí n/L	62.3	63.9	63.3	"B" + ŘV 80-30
21:09	N	130	17	Lysá n/L	67.1	68.6	68.7	Faccs, SHD šterk
21:11	N	189	24	Ústí n/L	67.5	72.4	69.0	VTG cisterny
21:30	Os	162	3	Ústí n/L	69.7	66.0	67.7	Bdmtee + ŘV 80-30

Pro vybrané průjezdy každé kategorie vlaků jsou otištěna naměřená spektra, viz následující listy...

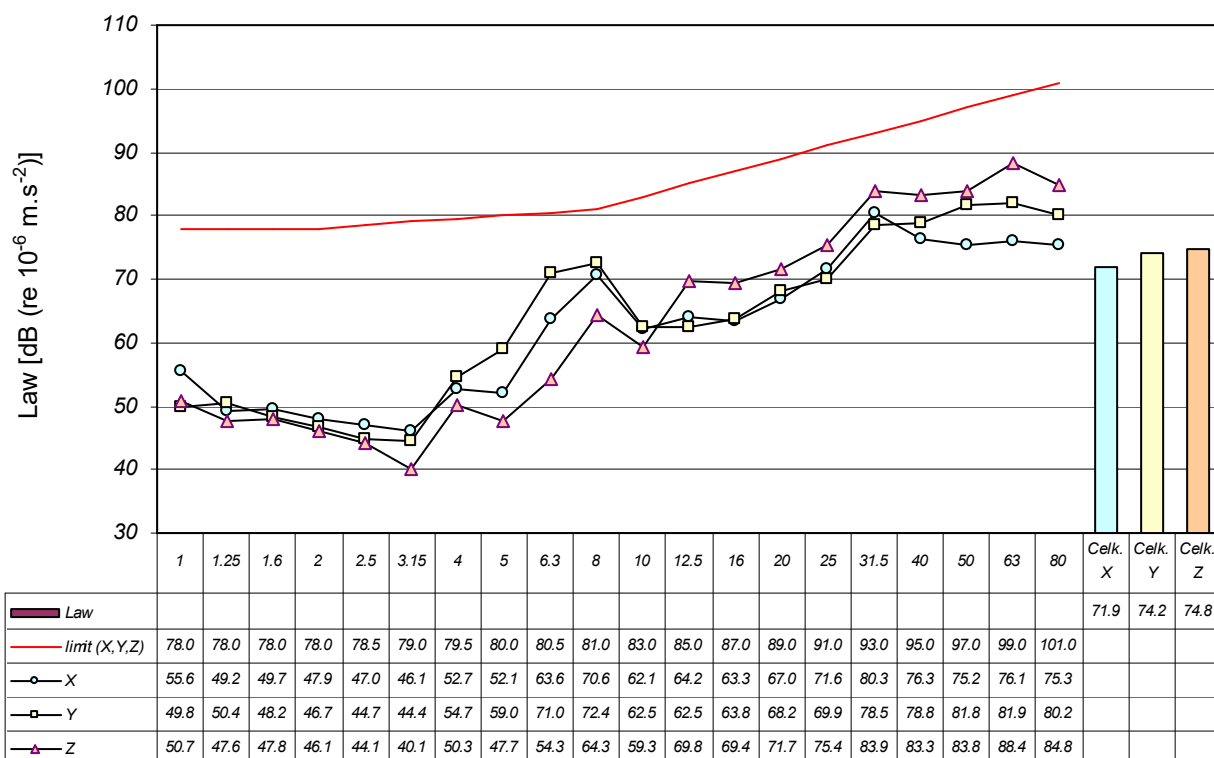
Pozadí vč. silnice, klid na trati, 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



Nákladní vlak, 20:11 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase

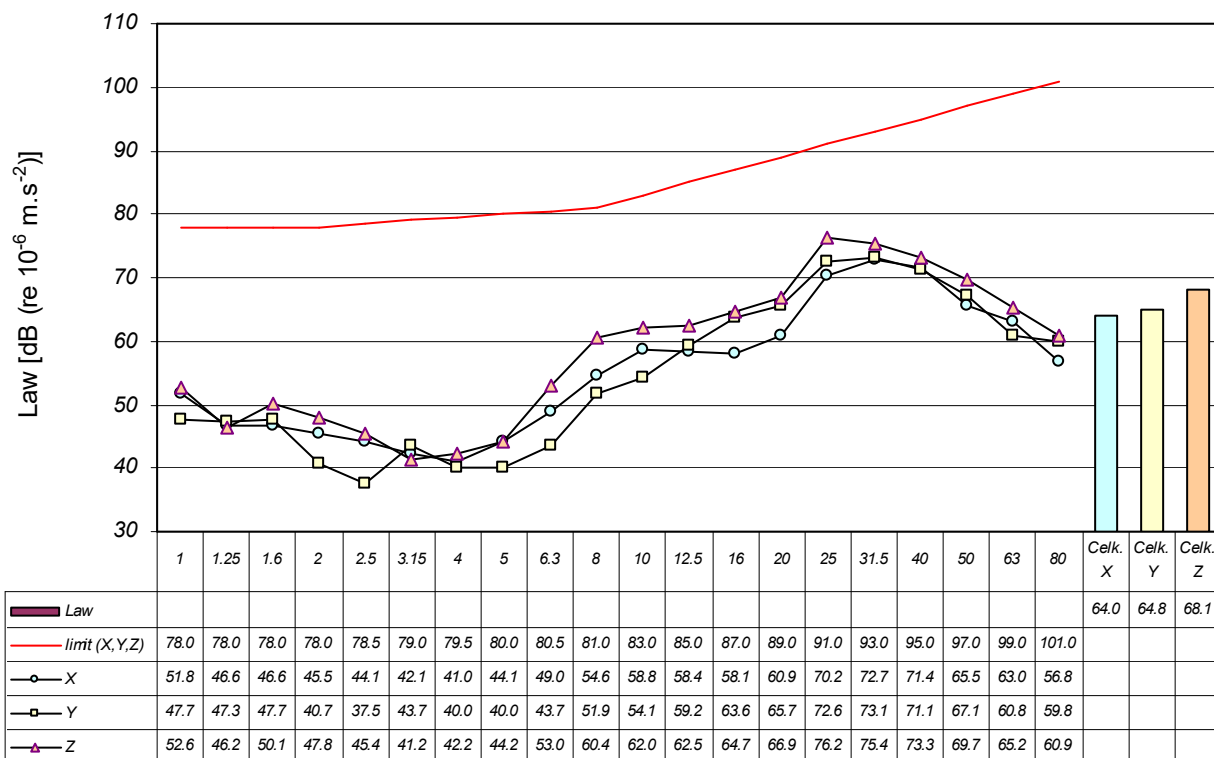


Rychlík, 18:58 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



Frekvence [Hz]

Osobní vlak, 19:48 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



Frekvence [Hz]

Libochovany č.p. 101

Měřicí bod č. 4

Měřený objekt byl vybrán k měření za účelem ověření intenzity přenosu vibrací na území charakteristickém pro náplavové kužely, vzniklé přínosem materiálu z příčných údolí Labe, jedná se o obce Libochovany, Církvice a Sebusín. Objekt je jedním z nejexponovanějších domů v tomto úseku trati a naměřené hodnoty lze vztáhnout na celý úsek.

Sestava snímače a úchyty byla umístěna na vně budovy, založené cca na úrovni trati. Bylo měřeno na základové desce domu nejbližší k trati v úrovni přízemí.

Trať zde přechází z náspu do zářezu, je po opravě a výměně nebo broušení kolejnic.

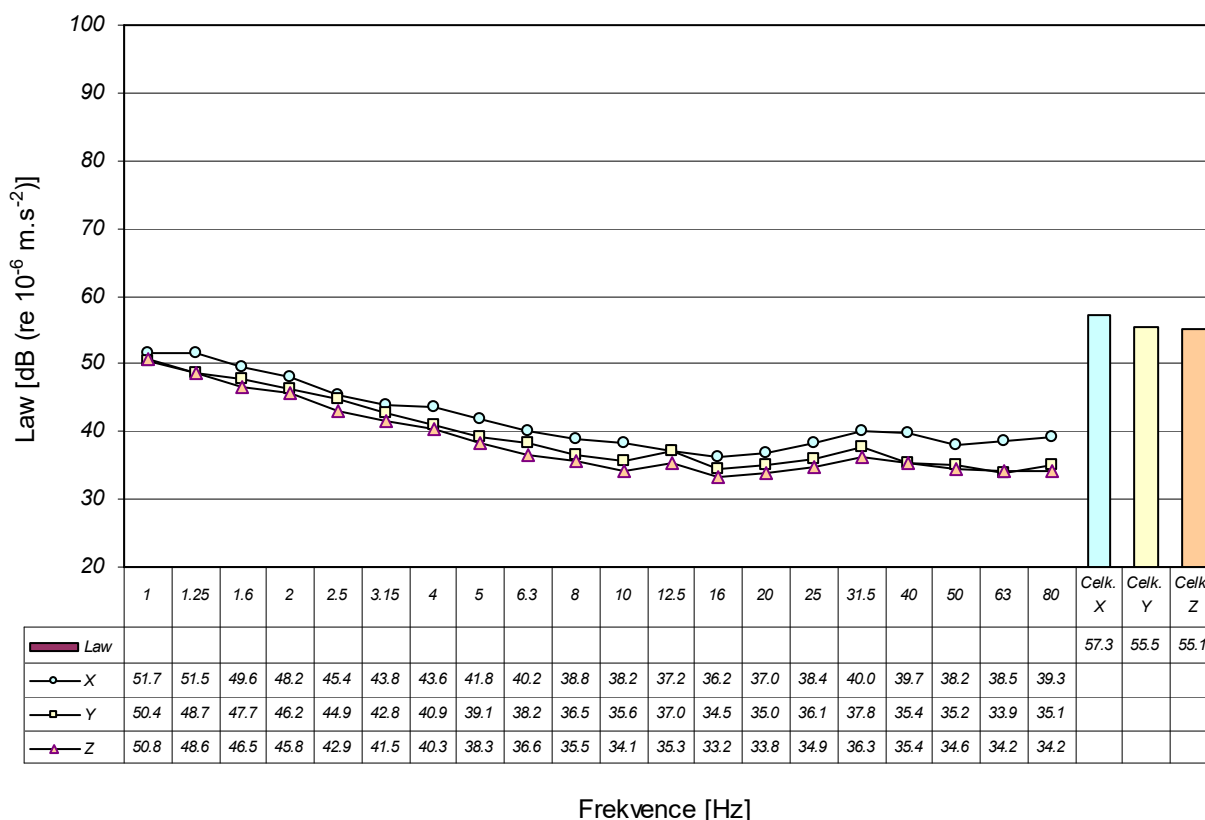
Náměry byly prováděny při průjezdech vlakových souprav v obou směrech. Vibrace ve vertikální a obou horizontálních osách byly měřeny současně vícekanálovým hladinovým analyzátozem, vždy pro celou dobu průjezdu celé soupravy.

Naměřené hodnoty:

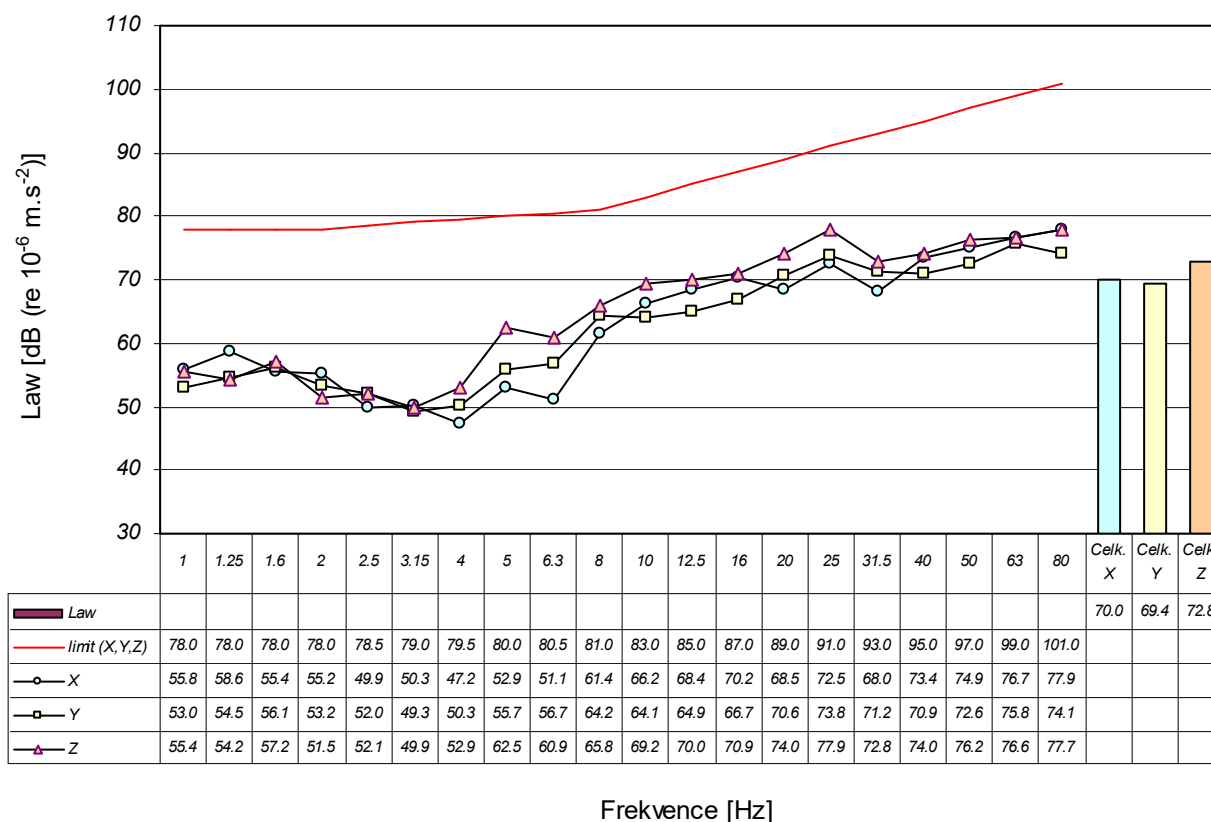
Čas	Vlak	Loko (řada)	Vagonů	Směr	Law(i) pro měřicí osy			Poznámka
					Osa X	Osa Y	Osa Z	
15:20					55.6	55.8	53.8	pozadí
15:21	Os	163	3	Lysá n/L	55.9	54.7	55.0	Bdmtee + ŘV 80-30
15:45	Os	163	3	Ústí n/L	61.0	60.7	63.6	Bdmtee + ŘV 80-30
15:51	N	386	33	Ústí n/L	67.0	67.5	69.2	Mettrans kontejnery, 20% tiché
16:02	N	372	38	Ústí n/L	58.9	58.1	59.5	BLG Autotransport
16:23	Os	163	3	Lysá n/L	62.3	61.4	64.7	Bdmtee + ŘV 80-30
16:25	N	363	16	Ústí n/L	64.9	63.2	68.1	Smíšený + auta (staré vag.)
16:36	Os	163	3	Ústí n/L	54.9	55.2	55.5	Bdmtee + ŘV 80-30
16:39	N	122	38	Lysá n/L	65.8	62.2	67.7	Autotransport 50% tiché
16:55	R	162	3	Lysá n/L	60.1	55.2	62.1	AB, B, ŘV 80-30
17:10	N	122	50	Lysá n/L	70.0	69.4	72.8	Maersk kontejnery
17:20	Os	162	3	Lysá n/L	59.6	58.8	60.3	Bdmtee + ŘV 80-30
17:30	N	122	28	Lysá n/L	68.1	67.6	70.2	Falls, uhlí
17:44	Os	163	3	Ústí n/L	59.6	59.4	61.1	Bdmtee + ŘV 80-30
18:16	N	363	32	Ústí n/L	69.2	69.6	71.8	Smíšený
18:20	Os	163	3	Lysá n/L	62.2	61.1	64.9	Bdmtee + ŘV 80-30

Pro vybrané průjezdy každé kategorie vlaků jsou otištěna naměřená spektra, viz následující listy...

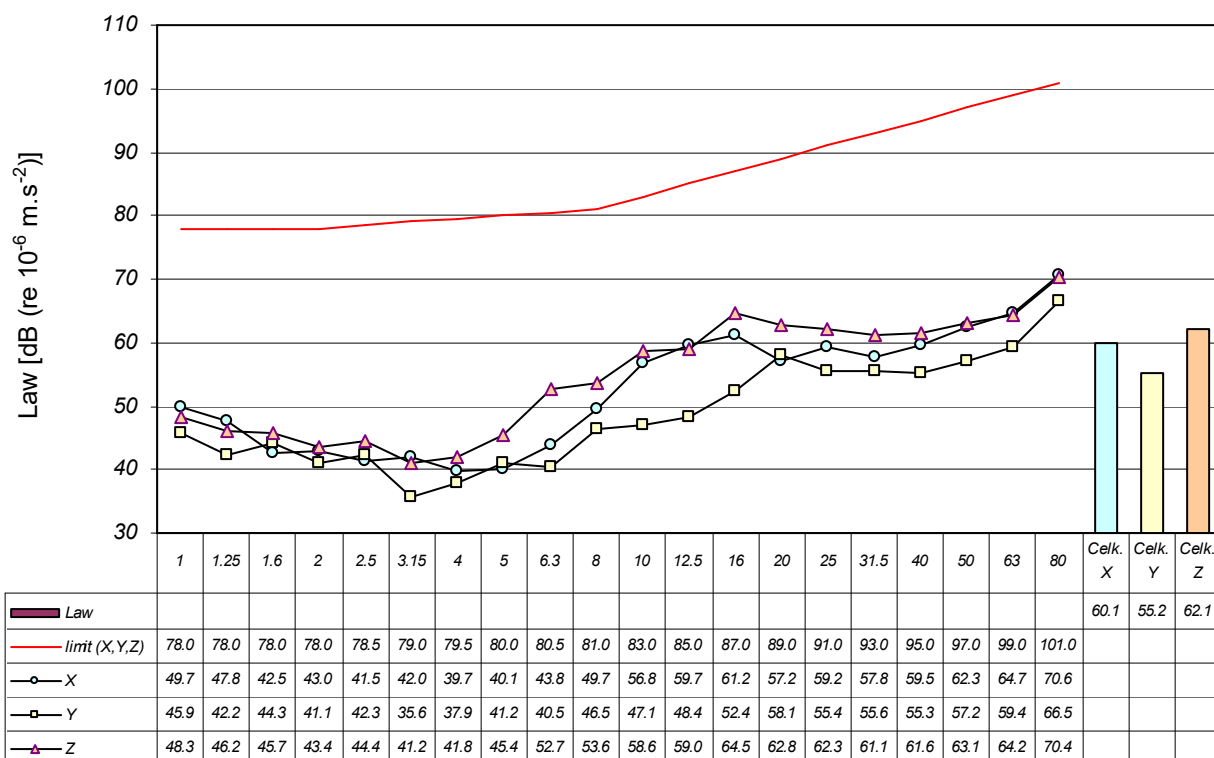
Pozadí, klid na trati, 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



Nákladní vlak, 17:10 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



Rychlík, 16:55 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



Frekvence [Hz]

Osobní vlak, 16:23 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



Frekvence [Hz]

Ústí n/L, U viaduktu 3

Měřicí bod č. 5

Měřený objekt byl vybrán pouze k měření vibrací za účelem ověření intenzity přenosu po skalním podloží. Objekt leží přes cestu blízko trati, na levé straně trati, kde skalní podloží vystupuje nad nivní sediment, avšak nelze vyloučit vodivé propojení trati se základy domů vlivem stavebních úprav terénu.

Sestava snímače a úchyty byla umístěna na podlaze v 1.NP budovy, založené cca 1 m pod úrovní trati. Bylo měřeno ve středu pobytové místnosti nejbližší k trati v přízemí domu.

Trať zde na mostě s průběžným šterkovým ložem, před bodem měření pak na opěrných zdech cca 1 m nad terénem, resp. nad úrovní cesty před domem. Trať je v horším technickém stavu

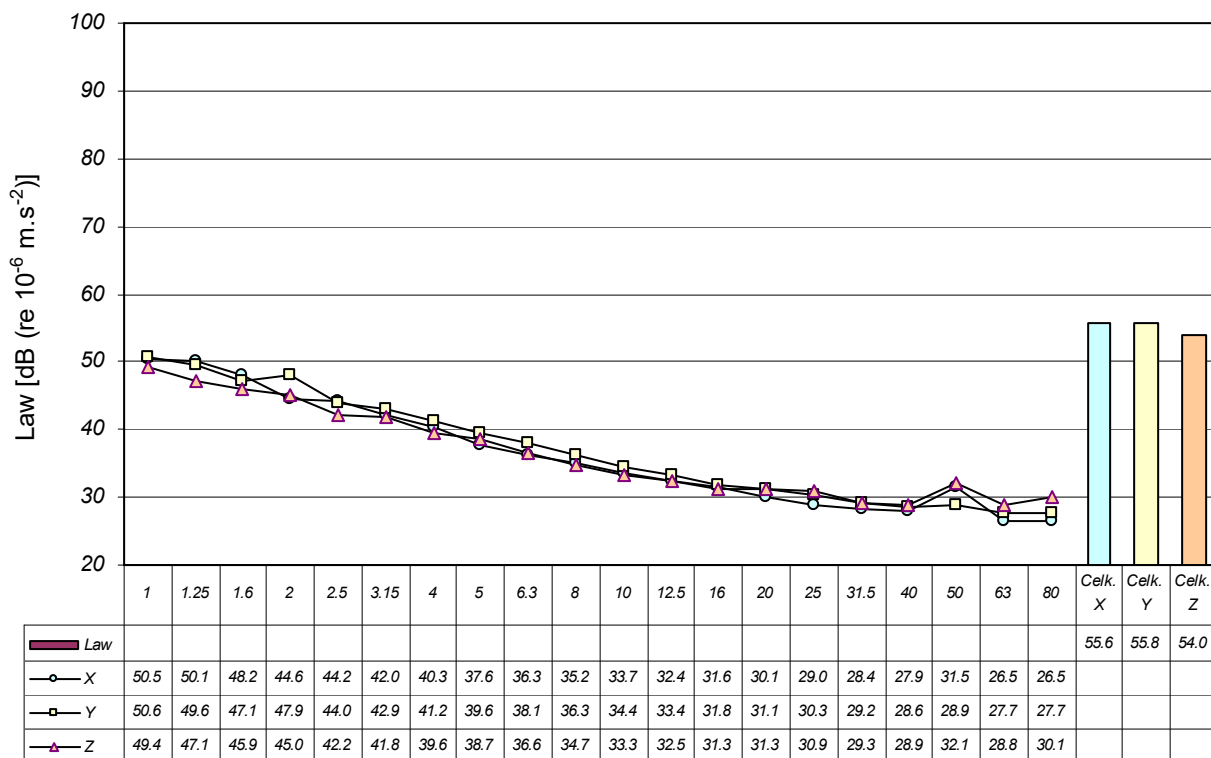
Náměry byly prováděny při průjezdech vlakových souprav v obou směrech. Vibrace ve vertikální a obou horizontálních osách byly měřeny současně vícekanálovým hladinovým analyzátozem, vždy pro celou dobu průjezdu celé soupravy.

Naměřené hodnoty:

Čas	Vlak	Loko (řada)	Vagonů	Směr	Law(i) pro měřicí osy			Poznámka
					Osa X	Osa Y	Osa Z	
18:39					55.6	55.8	53.8	pozadí vč. automobil. dopravy
18:52	N	123	42	Lysá n/L	63.6	66.4	66.4	BLG Autotransport, prázdné
18:54	N	130	31	Ústí n/L	62.0	62.9	64.9	Falls prázdné
19:03	Lv	MVTV2	0	Ústí n/L	53.8	55.5	57.0	Trojel servis
19:06	N	186	30	Lysá n/L	65.6	66.9	67.1	Samovýsypné TransCereals
19:10	R	163	3	Ústí n/L	62.1	59.7	64.0	"B" + ŘV 80-30
19:16	N	363	19	Lysá n/L	62.3	61.2	65.3	Smíšený
19:22	N	123	44	Ústí n/L	59.1	62.3	68.0	BLG Autotransport
19:48	N	122	29	Lysá n/L	67.7	68.7	70.6	Cisterny
20:00	Os	163	3	Ústí n/L	60.0	61.2	58.1	Bdmtee + ŘV 80-30
20:05	N	130	34	Ústí n/L	65.3	63.3	67.4	Cisterny cement
20:13	Os	162	3	Lysá n/L	64.6	61.8	65.9	Bdmtee + ŘV 80-30
20:34	N	363	28	Lysá n/L	66.4	65.2	69.5	Smíšený
20:49	N	3x 753	29	Lysá n/L	66.7	64.7	67.4	Cisterny Unipetrol
20:28	N	740	8	Ústí n/L	67.8	67.1	67.2	Faccs šterk, CHT
21:15	R	163	3	Ústí n/L	67.1	71.1	67.0	"B" + ŘV 80-30
21:17	Lv	121	0	Lysá n/L	65.7	67.8	63.6	E-lok DS

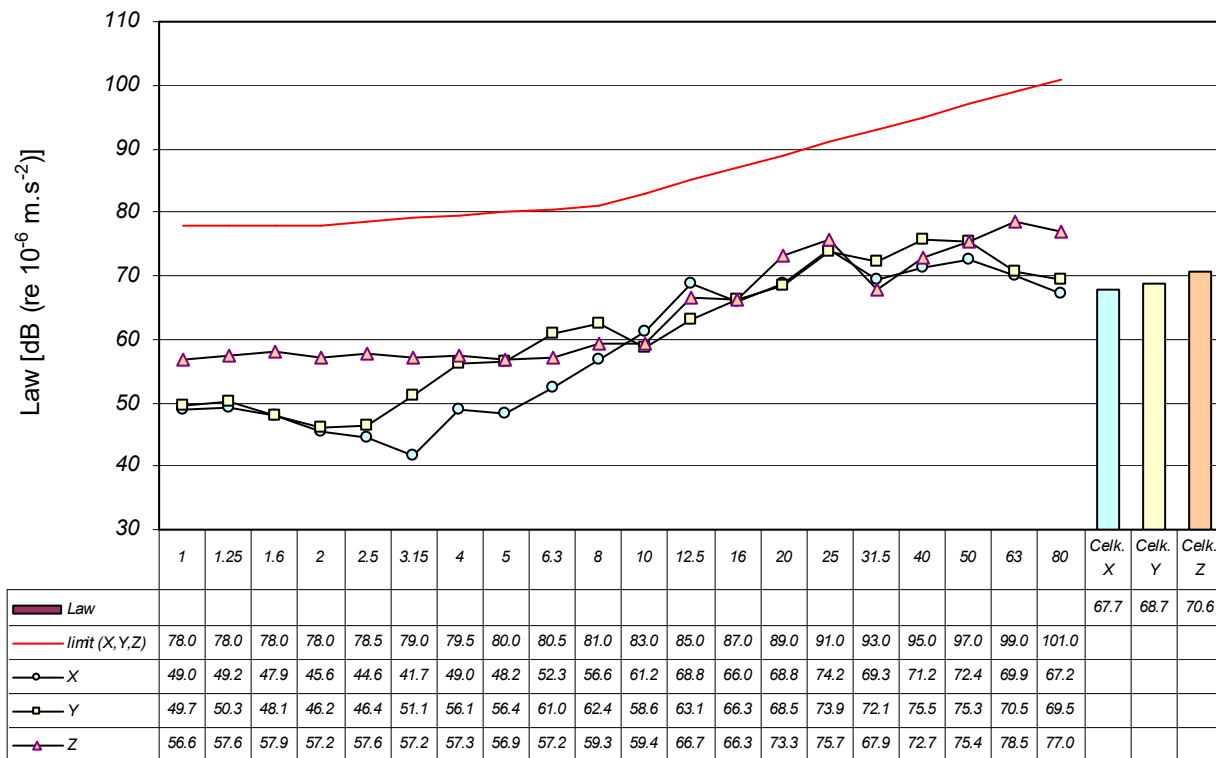
Pro vybrané průjezdy každé kategorie vlaků jsou otištěna naměřená spektra, viz následující listy...

Pozadí vč. silnice, klid na trati, 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



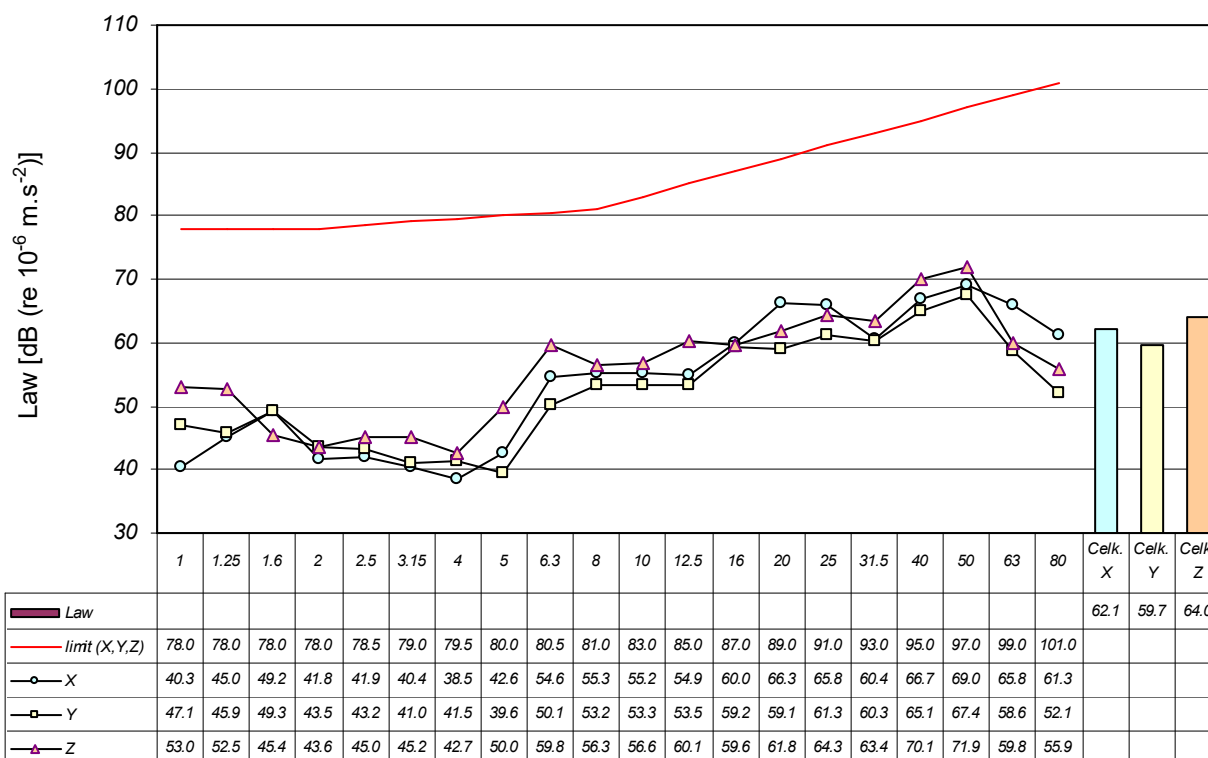
Frekvence [Hz]

Nákladní vlak 19:48 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



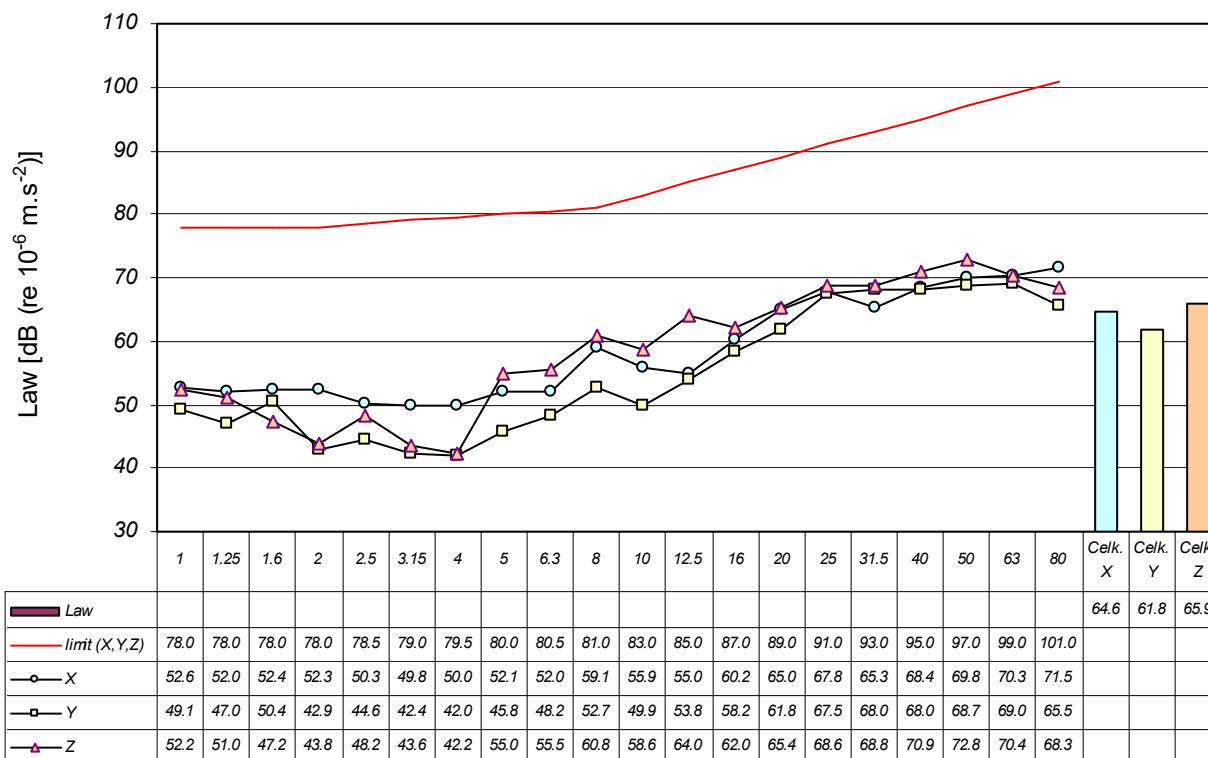
Frekvence [Hz]

Rychlík, 19:10 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



Frekvence [Hz]

Osobní vlak, 20:13 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



Frekvence [Hz]

Ústí nad Labem, Průchodní 979/7

Měřicí bod č. 6

Měřený objekt byl vybrán k měření vibrací za účelem ověření intenzity jejich šíření na přechodu mezi nivním sedimentem a vulkanity obnaženými tokem Labe. Naměřené hodnoty se vztahují na celou skupinu domů v ulici podél trati.

Sestava snímače a úchyty byla umístěna na podlaze v 1.NP budovy, založené cca 2 m nad úrovní trati. Bylo měřeno ve středu pobytové místnosti nejbližší k trati v přízemí domu.

Trať je zde vedena v odřezu bezprostředně u řeky, je v horším technickém stavu.

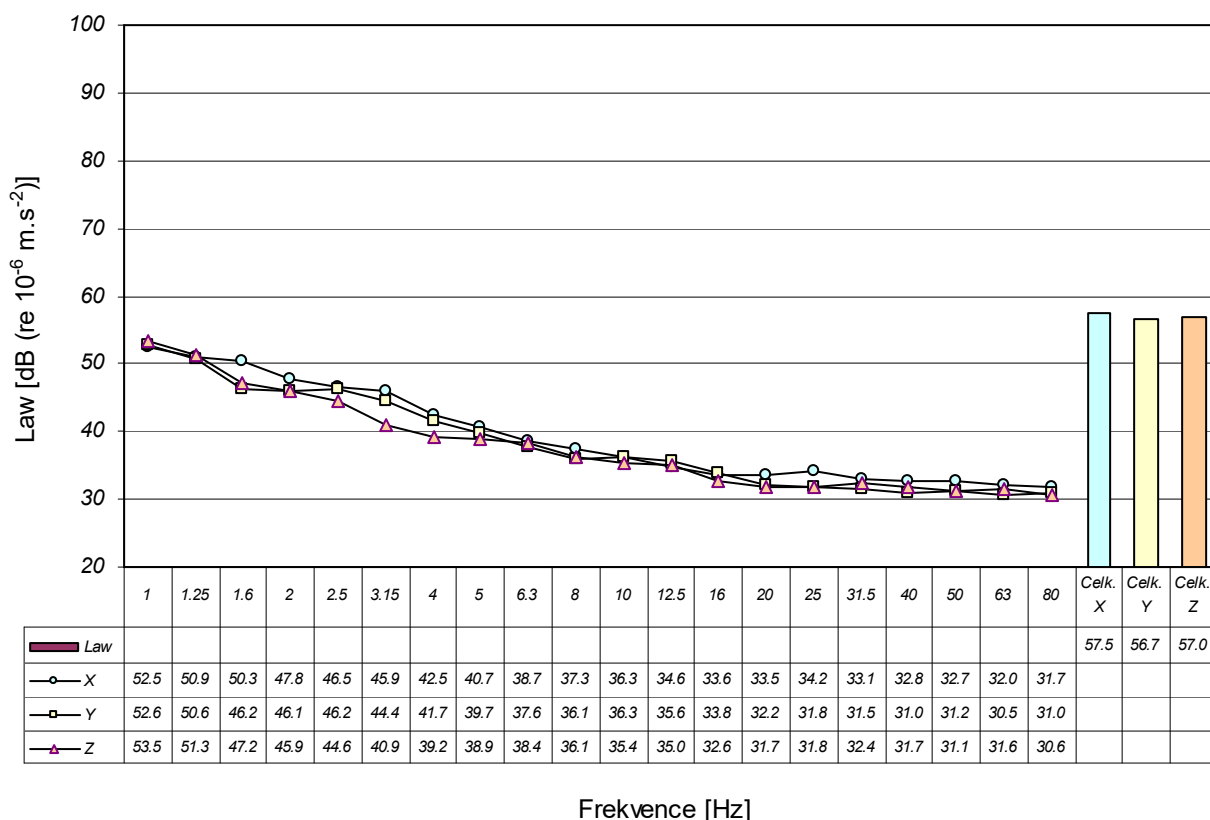
Náměry byly prováděny při průjezdech vlakových souprav v obou směrech. Vibrace ve vertikální a obou horizontálních osách byly měřeny současně vícekanálovým hladinovým analyzátozem, vždy pro celou dobu průjezdu celé soupravy.

Naměřené hodnoty:

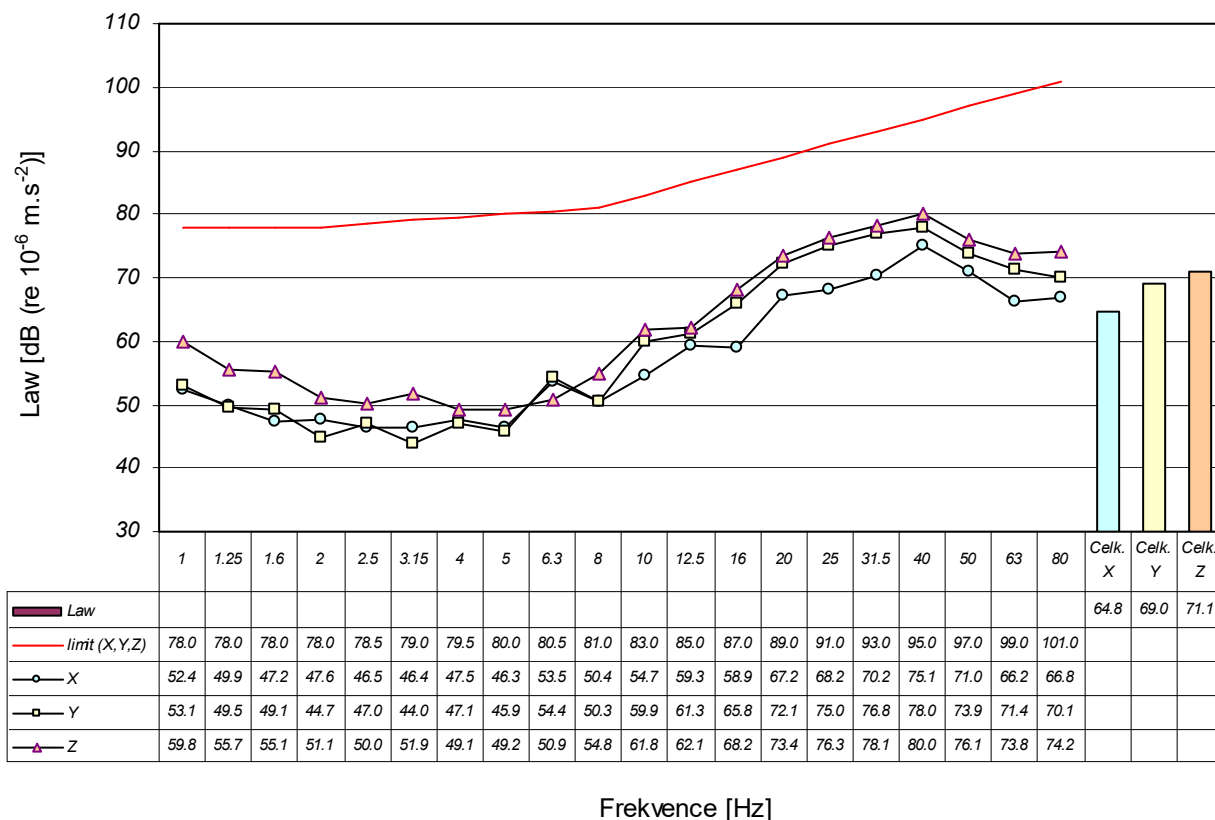
Čas	Vlak	Loko (řada)	Vagonů	Směr	Law(i) pro měřicí osy			Poznámka
					Osa X	Osa Y	Osa Z	
13:06					57.5	56.7	57.0	pozadí vč. automobil. dopravy
13:10	Os	163	3	Lysá n/L	61.7	62.5	66.2	Bdmtee + ŘV 80-30
13:20	R	162	3	Ústí n/L	60.5	64.8	64.7	"B" + ŘV 80-30
13:38	N	122	29	Lysá n/L	60.5	64.8	64.7	Eas, Es - uhlí rozjezd
15:58	Os	162	3	Ústí n/L	68.8	69.8	69.1	Bdmtee + ŘV 80-30
14:01	N	386	30	Ústí n/L	61.0	63.1	64.6	Mettrans kontejnery pomalu
14:08	Os	163	3	Lysá n/L	57.1	57.9	61.7	Bdmtee + ŘV 80-30
14:11	N	363	32	Lysá n/L	64.5	68.3	69.8	Mettrans kontejnery
14:20	N	372	38	Ústí n/L	67.8	64.1	66.2	STVA Autotransport
14:42	Mn	2x 741	2	Lysá n/L	65.5	69.6	71.4	Pracovní vagony "B"
14:47	R	163	3	Lysá n/L	64.0	69.3	70.0	"B" + ŘV 80-30
14:47	Os	162	3	Ústí n/L	61.2	61.9	65.4	Bdmtee + ŘV 80-30
14:53	N	386	29	Lysá n/L	62.0	66.2	68.2	Mettrans kontejnery
14:58	N	123	39	Ústí n/L	64.8	69.0	71.1	Smíšený, 14x auta
15:04	N	193	40	Lysá n/L	57.4	66.8	66.8	BLG Autotransport, prázdné
15:10	R	163	3	Ústí n/L	62.0	60.8	67.0	"B" + ŘV 80-30
15:11	Os	163	3	Lysá n/L	58.6	57.8	63.9	Bdmtee + ŘV 80-30

Pro vybrané průjezdy každé kategorie vlaků jsou otištěna naměřená spektra, viz následující listy...

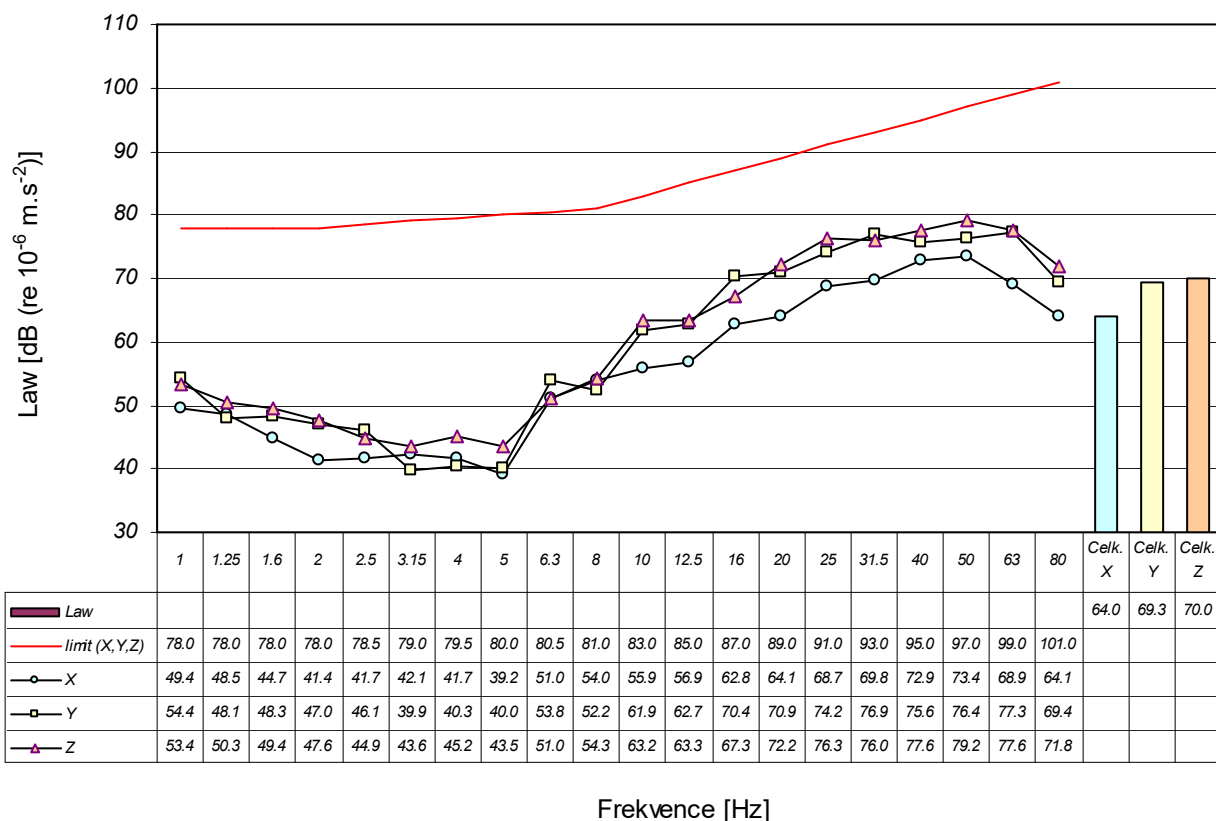
Pozadí vč. silnice, klid na trati, 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



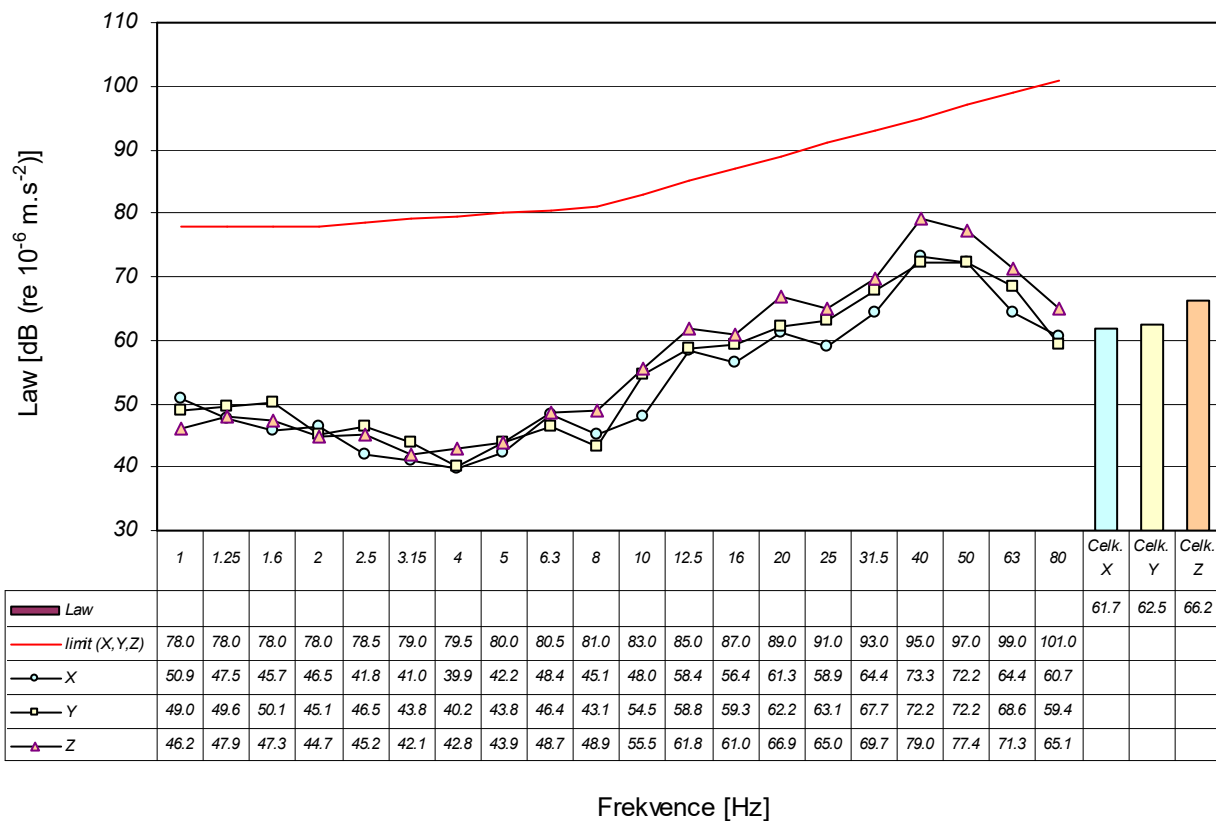
Nákladní vlak, 14:58 h 1; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



Rychlík, 14:47 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



Osobní vlak, 13:10 h; 1/3 okt. frekvenční analýza v reálném čase



5.7 Stanovení výsledných hodnot vibrací

Celkem bylo změřeno 93 průjezdů vlaků různých typů. Výsledné hladiny zrychlení vibrací porovnatelné s limity jsou pro každý měřicí bod stanoveny jako energetický průměr z pořízených náměrů pro jednotlivé osy za dobu měření, podle vztahu:

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

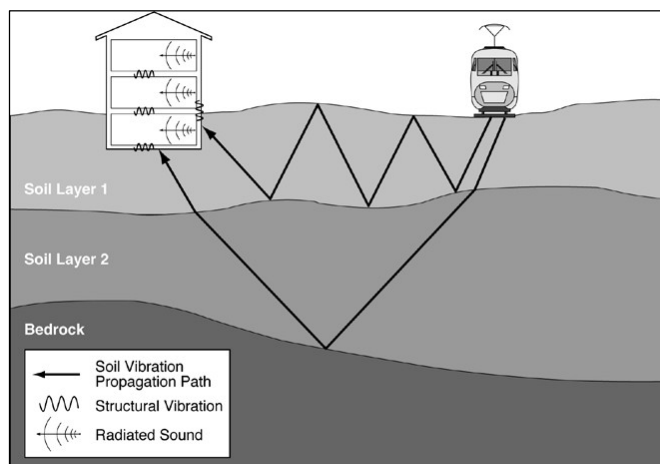
kde je $L_{aw,T}$ celková hladina zrychlení vibrací pro osu za dobu jejich působení [dB];
 $L_{aw}(i)$ i -tá naměřená hladina zrychlení vibrací pro danou osu [dB];
 n počet naměřených údajů (průjezdů vlaků)

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
1	61.9	63.5	62.8	2.0	78.0	Vyhovuje
2	57.8	59.2	56.7	2.0	78.0	Vyhovuje
3	65.1	68.4	68.3	2.0	78.0	Vyhovuje
4	64.8	64.3	67.2	2.0	78.0	Vyhovuje
5	63.7	63.4	65.9	2.0	78.0	Vyhovuje
6	63.2	66.0	67.2	2.0	78.0	Vyhovuje

6 Strukturální hluk

Strukturální hluk, tedy vibrace přeměněné na hluk vyzářený stavební konstrukcí do vnitřního chráněného prostoru staveb, se vyjadřuje jako maximální hladina akustického tlaku L_{Amax} [dB], jeho šíření v podmínkách středního rychlostního pásma železničního provozu (60-160 km/h) je registrovatelné pouze v pásmu do 10 m od osy nejbližší traťové koleje.



Princip vzniku strukturálního hluku je zřejmý z otištěného obrázku

(zdroj: High-Speed Ground Transportation Noise and Vibration Impact Assessment, Office of Railroad Policy and Development Washington, DC 20590).

Strukturální hluk se sleduje pouze ve vnitřním prostoru staveb pro bydlení nebo jinak chráněných objektů a jsou pro něj platné limity pro hluk vedený stavební konstrukcí objektu, tedy pro den je limit stanoven na $L_{Amax} = 40$ dB, pro noc na $L_{Amax} = 30$ dB.

Při povrchovém vedení trati je však v naprosté většině případů strukturální hluk zcela převýšen

hlukem šířeným vzduchem a postupuje se podle metod pro měření a hodnocení hluku z dopravy.

Registrovatelný vznik strukturálního hluku je zde možný pouze v případech podpovrchového propojení stavebních objektů trati se základy chráněné stavby.

7 Závěr

7.1 Vibrace

Naměřené hodnoty se při průjezdech všech vlaků na měřené trati pohybují prokazatelně pod hygienickým limitem pro noc 78 dB mimo nejistotu měření, hodnocení výsledných hodnot stanovených jako energetický průměr všech zachycených průjezdů vlaků v bodech viz kapitola 5.7 této studie.

S ohledem na stav trati a charakter dopravy zde nepředpokládám zhoršení stavu vlivem plánované rekonstrukce, rozhodující faktory však leží mimo těleso trati, neboť všechna měření byla provedena za dlouhodobě nízkého stavu spodní vody, což v místech ležících jen mírně nad hladinou Labe může mít značný vliv na přenos vibrací z trati na chráněné objekty. Nasycení nezpevněných fluviálních sedimentů vodou má za následek značné zintenzivnění přenosu vibrací, současně je ve všech takových místech předpokládán nárůst rychlosti jízdy po provedení optimalizace trati.

Doporučuji tedy provedení antivibračních opatření malého rozsahu v rámci optimalizace trati, a to v místech dle níže uvedeného přehledu:

- 1) Litoměřice, Lodní nám. km 408.380 – 408.515 + ul. Pobřežní km 408.700 – 408.895
- 2) Žalhostice, km 411.530 – 411.670
- 3) Velké Žernoseky km 414.060 – 414.145 + km 414.210 – 414.350
- 4) Ústí nad Labem, ul. U viaduktu km 426.320 – 426.385
- 5) Ústí nad Labem, ul. Kopernikova km 429.525 – 429.615

Staničení je podle staré trati a není přesné, před vydáním vyššího stupně dokumentace nutno konzultovat se zpracovatelem této studie dopřesnit na místě.

7.2 Strukturální hluk

Strukturální hluk jako dominantní lze předpokládat pouze při vedení trati v tunelu, případně na mostních nebo jiných objektech ukotvených do vodivého podloží a stavebně propojených na konstrukci měřené budovy. Na daném úseku trati se tunely nevyskytují. Na místech, kde bylo podezření na možné propojení konstrukčních prvků nebo stavebních objektů řešené trati se základy obytných staveb bylo ve všech případech provedeno měření vibrací, přičemž naměřené hodnoty propojení neprokázaly. Předpokládám tedy, že ani strukturální hluk se zde nebude nadměrně šířit.

30.6.2017

Libor Brož

