

Číslo zakázky: 17100592000

Číslo dokumentu: 1

Číslo výtisku: DIGITALIZACE

III/27214 Dražice, most ev. č. 27214-2 přes Jizeru v Dražicích

Měření dynamické odezvy
od technické seismicity



listopad 2017

Číslo zakázky: 17100592000
Číslo dokumentu: 1

Zakázka: III/27214 Dražice, most ev. č. 27214-2 přes Jizeru v Dražicích

Dokument: Měření dynamické odezvy od technické seismicity

Objednatel: COLAS CZ, a.s.
Ke Klíčovu 9, 190 00 Praha 9

Zhotovitel: INSET s.r.o., Divize specializovaných prací,
Lucemburská 1170/7, 130 00 Praha 3
Tel.: [REDACTED] e-mail: [REDACTED]

Odpovědný řešitel: Ing. Martin Čermák

Ředitel divize: Ing. Zdeněk Kankrlík

Výstupní kontrola: Blanka Zatloukalová

Ředitel společnosti: Ing. Ludvík Hegrlík

Rozdělovník: 1-3 COLAS CZ, a.s.
0 spisovna

Sídlo a fakturační adresa:

INSET s.r.o., Lucemburská 1170/7, 130 00 Praha 3
e-mail: [REDACTED]

Tel.: [REDACTED]
Fax: [REDACTED]
www.inset.com

IČ: 035 79 727, DIČ: CZ 035 79 727
Reg.: v OR u MS v Praze, oddíl C, vložka 234236
KB Praha, číslo účtu: [REDACTED]

OBSAH:

1. ÚVOD.....	4
1.1. Identifikační údaje	4
1.2. Použité podklady	4
2. ÚČEL MĚŘENÍ.....	4
3. DYNAMICKÁ ODEZVA OD TECHNICKÉ SEISMICITY	5
3.1. Princip měření dynamické odezvy.....	5
3.2. Faktory ovlivňující dynamickou odezvu	5
3.3. Zatížení stavebních objektů technickou seismicitou.....	6
4. ZDROJ VIBRACÍ	7
5. UMÍSTĚNÍ A OZNAČENÍ SNÍMAČŮ	7
6. VÝSLEDKY MĚŘENÍ DYNAMICKÉ ODEZVY A JEJICH INTERPRETACE.....	8
6.1. Výsledky měření dynamických účinků.....	8
6.2. Útlumová křivka.....	9
6.3. Interpretace provedených měření s ohledem na objekty na levém břehu řeky Jizery	10
7. ZÁVĚRY Z PROVEDENÝCH MĚŘENÍ	11

VÁZANÉ PŘÍLOHY:

Příloha č. 1: Situace s rozmístěním snímačů rychlosti kmitání	1x A3
Příloha č. 2: Časové závislosti rychlosti kmitání z jednotlivých záznamů	3x A4

Ke zprávě je přiloženo CD s digitalizací zprávy a vibrogramy z jednotlivých záznamů a obdržnými podklady.

1. ÚVOD

1.1. Identifikační údaje

Název stavby: III/27214 Dražice, most ev. č. 27214-2 přes Jizeru v Dražicích

Objednatel: COLAS CZ, a.s.
Ke Klíčovu 9, 190 00 Praha 9

Zhotovitel: INSET s.r.o., Divize specializovaných prací
Lucemburská 1170/7, 130 00 Praha 3
Tel.: [REDACTED] e-mail: [REDACTED]

1.2. Použité podklady

- [1] SO 201 – most ev.č. 27214-2; Provizorní lávka (půdorys, podélný řez a pohledy); součást RDS; Ing. Milan Mimra; 10/2017;
- [2] Pasport, Objekt s parcelním číslem 227 a 295, Dražice, 294 71 Benátky nad Jizerou; QUALIFORM, a.s., Milaty 8, 642 00 Brno; zřejmě 10/2017;
- [3] Pasport, Objekt č. p. 79, Dražice, 294 71 Benátky nad Jizerou; QUALIFORM, a.s., Milaty 8, 642 00 Brno; zřejmě 10/2017.

Související normy a předpisy

- ČSN 73 0031 – Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí (neplatná);
- ČSN 73 0033 – Spolehlivost stavebních konstrukcí a základových půd;
- ČSN 73 0035 – Zatížení stavebních konstrukcí;
- ČSN 73 0036 – Seismická zatížení staveb;
- ČSN 73 0040 – Zatížení stavebních objektů technickou seizmicitou a jejich odezva;
- ČSN 73 1001 – Základová půda pod plošnými základy (neplatná).

Použitá literatura

- A. Dvořák – Základy inženýrské seismiky; 1969;
- A. Dvořák – Seismologie v inženýrské a hornické praxi – sborník; 1989;
- C. Smetana a kol. – Hluk a vibrace – měření a vyhodnocení; 1998;
- M. Pirner, O. Fischer – Dynamika ve stavební praxi; 2011.

Pracovní postup

PP-05: Měření technické seizmicity a odezvy stavebních objektů

2. ÚČEL MĚŘENÍ

Účelem měření bylo prověřit úroveň dynamického zatížení od beranění štětovic na okolní objekty č. p. 7 v obci Dražice, která je součástí Benátek nad Jizerou.

V průběhu měření bylo zadání prací rozšířeno o zhodnocení účinků na objekt č. p. 79, který leží na druhé straně řeky Jizery.

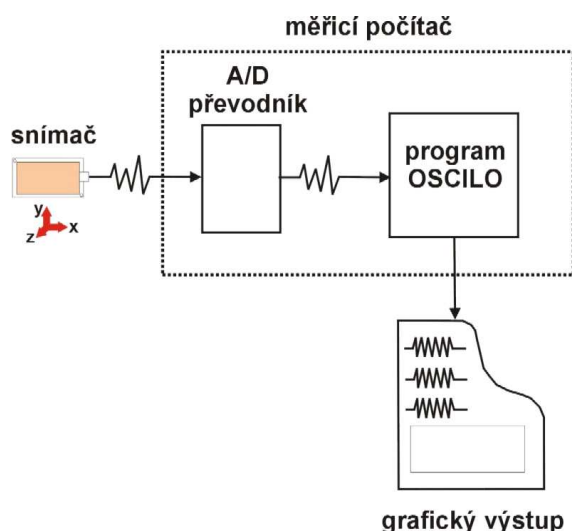
Měření proběhlo dne 9. 11. 2017.

Měření nebylo zaměřeno na kvantifikování fyziologických účinků od prováděných prací.

3. DYNAMICKÁ ODEZVA OD TECHNICKÉ SEISMICITY

3.1. Princip měření dynamické odezvy

Princip měření spočívá v použití indukčních snímačů, kde pohybem cívky v magnetickém poli v závislosti na intenzitě vibrací dochází ke změně el. signálu, který je AD převodníkem digitalizován (viz obr. 1 a 2).



Obr. 1: Schéma zapojení aparatury pro měření a vyhodnocení dynamické odezvy

Obr. 2: Měřicí počítač v terénu

Měření bylo prováděno podle pracovního postupu PP-05 Měření technické seizmicity a odezvy stavebních objektů.

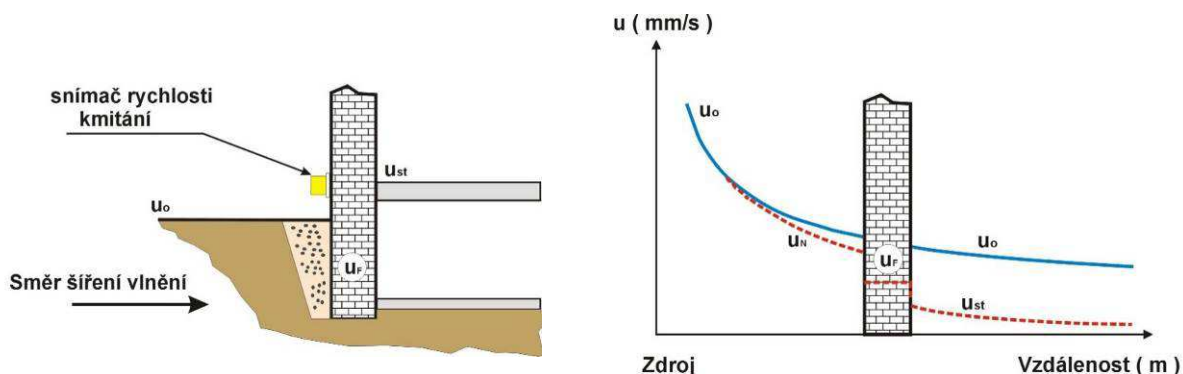
K měření rychlostí kmitání byly použity:

- přenosný **měřicí počítač** osazený kartou National Instruments AT-MIO-64E-3; ovládaný měřícím a zároveň vyhodnocovacím programem OSCILO;
- trojosé snímače typu Sensor SM-6. Všechny snímače měly následné osazení kanálů:
 1. kanál - svislá složka;
 2. kanál - horizontální podélná složka – orientovaná směrem ke zdroji vibrací;
 3. kanál - horizontální příčná složka;
- propojovací **kabeláž**.

3.2. Faktory ovlivňující dynamickou odezvu

Velikost dynamické odezvy závisí na mnoha faktorech. Jsou jimi především vlastnosti zdroje vibrací. Z hlediska prostředí, ve kterém se šíří vibrace k snímačům velikost ovlivňuje především geologická skladba prostředí a hladina podzemní vody či přítomnost jiných vlnovodů. V neposlední řadě je to umístění snímače na měřené konstrukci. Dle článku 5.2 normy ČSN 73 0040: „Odezva na zatížení technickou seismicitou se zpravidla posuzuje hodnotou efektivní rychlosti kmitání v nejnižším podlaží, nebo na základech objektu: tato místa se nazývají referenčními stanovišti. V jiných místech konstrukce mohou být zjištěné rychlosti kmitání větší než na referenčním stanovišti.“

V situaci, kdy nelze dodržet požadavek umístění snímače v blízkosti základové spáry, se snímač rychlosti kmitání přikládá co nejbližěji objektu na volný terén. Takto získaná hodnota je obvykle důsledkem chybějící interakce konstrukce s podložím (závisí na jejich vzájemné tuhosti) vyšší, v porovnání s hodnotou naměřenou na úrovni základové spáry (graficky je toto zpracováno na obr. 3 a na obr. 4). Podrobněji o jednotlivých vlivech na velikost dynamické odezvy pojednává ČSN 73 0040.



Legenda:

- u_o ... amplituda vibrací geologického prostředí bez přítomnosti konstrukce
- u_n ... amplituda na povrchu zeminy v blízkosti stávající budovy
- u_f ... amplituda na úrovni základové spáry
- u_{st} ... amplituda na určitém stanovišti konstrukce

Obr. 3 a 4: Přenos vlnění do nosných konstrukcí

3.3. Zatížení stavebních objektů technickou seismicitou

Sledovanou veličinou je obvykle rychlost kmitání (složky rychlosti kmitání v_x, v_y, v_z (mm/s)) a frekvence maximálních kmitů (Hz) jednotlivých složek rychlosti kmitání. Frekvence závisí především na charakteristice zdroje vibrací a vzdáleností objektu od zdroje (s rostoucí vzdáleností klesá frekvence). Dále může být kmitání charakterizováno výchylkou a zrychlením.

Hodnocení zatížení objektu je prováděno podle ČSN 73 0040 „Zatížení stavebních objektů technickou seismicitou a jejich odezva“. Efektivní rychlost kmitání v_{ef} je zjištěna numerickou integrací záznamu rychlosti kmitání $v = f(t)$ použitím vztahu:

$$v_{ef}^2 = \frac{1}{t_c} \int_{t_c}^{t_c} v^2(t) \cdot dt$$

4. ZDROJ VIBRACÍ

Zdrojem vibrací bylo vibrační beranidlo ICE 16RF (viz obr. 5).



Obr. 5: vibrační beranidlo ICE 16RF

5. UMÍSTĚNÍ A OZNAČENÍ SNÍMAČŮ



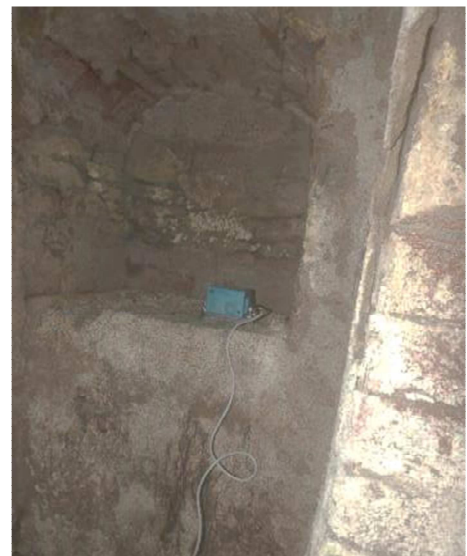
Obr. 6: snímač SN1 na sklepním okně



Obr. 7: snímač SN2 na prahu vjezdu do garáže



Obr. 8: snímač SN4 v čele objektu



Obr. 9: snímač SN3 ve sklepě

Snímače rychlosti kmitání byly rozmístěny dle místních podmínek na oba nejbližší objekty č. p. 7: na zděnou stavbu s garáží byly umístěny snímače na sklepní okno (snímač SN1) a na práh vjezdu do garáže (snímač SN2); na hlavní objekt byl umístěn snímač do sklepa (snímač SN3) a snímač do čela objektu (SN4). Pozice jednotlivých snímačů vůči zdroji vibrací je dobře patrná ze situace v příloze č. 1. V tabulce 1 jsou uvedeny evidenční čísla použitých snímačů a vzdálenosti od zdroje vibrací.

Tab. 1: soupis evidenčních čísel použitých snímačů a jejich vzdáleností od zdroje vibrací

snímač	umístění	evidenční číslo snímače	vzdálenost od zdroje [m]
SN1	objekt s garáží, okno	SV0518	11
SN2	objekt s garáží, práh garáže	SV0510	13
SN3	dřevostavba, sklep	SV0513	30
SN4	dřevostavba, čelo	SV0514	24

6. VÝSLEDKY MĚŘENÍ DYNAMICKÉ ODEZVY A JEJICH INTERPRETACE

6.1. Výsledky měření dynamických účinků

V průběhu vhnání štetovnice (pozice byla co nejbližší k objektům v místě budoucích prací) bylo provedeno celkem 5 záznamů, a to při různých činnostech (při spouštění zařízení, při jeho běhu a při ukončování vibrování – viz příloha č. 2 s charakteristickými vibrogramy). Z pořízených záznamů byla vyhodnocena dynamická odezva objektů, jak uvádí tabulka 2; ve vibrogramech jsou vybrané části záznamů naznačeny kurzory.

Tab. 2: Soupis efektivních prostorových rychlostí kmitání

záznam	čas	snímač	umístění	rychlost kmitání v [mm/s]				
				V_{max}	$V_{ef,p}$	$V_{ef,sv}$	$V_{ef,pod}$	$V_{ef,přič}$
cm01	9:02:40	SN1	objekt s garáží, okno	0,36	0,20	0,04	0,05	0,18
		SN2	objekt s garáží, práh garáže	0,10	0,06	0,04	0,04	0,02
		SN3	dřevostavba, sklep	0,05	0,03	0,01	0,02	0,02
		SN4	dřevostavba, čelo	0,08	0,05	0,01	0,02	0,04
cm02	9:05:07	SN1	objekt s garáží, okno	0,46	0,24	0,09	0,08	0,21
		SN2	objekt s garáží, práh garáže	0,24	0,15	0,10	0,07	0,08
		SN3	dřevostavba, sklep	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01
		SN4	dřevostavba, čelo	0,12	0,08	0,02	0,03	0,07
cm03	9:09:08	SN1	objekt s garáží, okno	0,68	0,39	0,12	0,13	0,35
		SN2	objekt s garáží, práh garáže	0,27	0,16	0,11	0,07	0,08
		SN3	dřevostavba, sklep	0,09	0,05	0,03	0,04	0,01
		SN4	dřevostavba, čelo	0,28	0,17	0,03	0,05	0,16
cm04	9:09:45	SN1	objekt s garáží, okno	0,60	0,37	0,15	0,17	0,30
		SN2	objekt s garáží, práh garáže	0,33	0,17	0,11	0,06	0,12
		SN3	dřevostavba, sklep	0,12	0,07	0,03	0,05	0,03
		SN4	dřevostavba, čelo	0,29	0,19	0,04	0,05	0,17
cm05	9:16:08	SN1	objekt s garáží, okno	0,76	0,26	0,08	0,08	0,23
		SN2	objekt s garáží, práh garáže	0,37	0,12	0,08	0,07	0,06
		SN3	dřevostavba, sklep	0,13	0,06	0,05	0,03	0,03
		SN4	dřevostavba, čelo	0,17	0,08	0,06	0,03	0,04

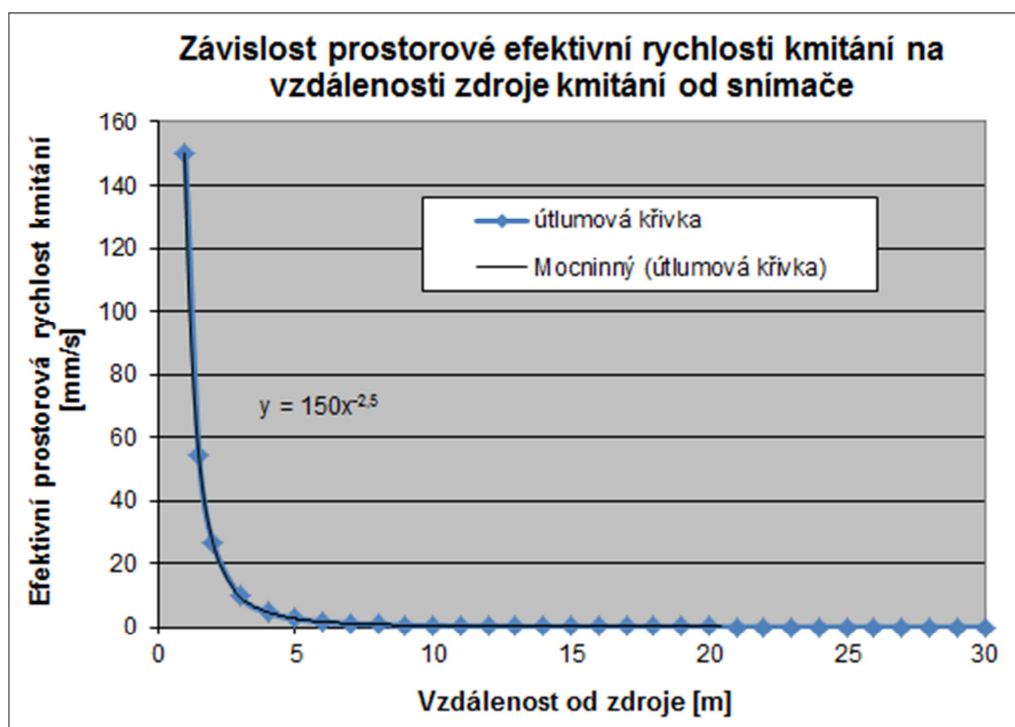
Pozn.: $V_{ef,p}$ – efektivní prostorová rychlost kmitání;
 V_{max} – maximální amplituda rychlosti kmitání;
 $V_{ef,sv}$; $V_{ef,pod}$; $V_{ef,přič}$ – efektivní hodnoty rychlosti kmitání na jednotlivých složkách.

Podle norem ČSN 73 0040 a ČSN 73 0031 lze objekty č. p. 7 zařadit do třídy odolnosti B (běžné cihelné stavby, izolované nebo řadové domky s půdorysnou plochou do 200 m², nejvýše o 3 podlažích) a třídu významnosti II (objekty obytné a občanské). Dle tabulky č. 8 normy ČSN 73 0040 není třeba dále analyzovat dynamickou odezvu způsobenou technickou seismicitou do hodnoty efektivní prostorové rychlosti kmitání 1,0 mm/s pro třídu odolnosti objektu B a třídu významu II. Dále dle tabulky č. 10 je třeba provádět dynamický výpočet pro tento typ objektů od hodnot 4,0 mm/s.

Na základě výsledků měření a dle ČSN 73 0040 lze konstatovat, že při měření nebyla překročena hodnota pro možnost vzniku porušení.

6.2. Útlumová křivka

Na základě rozmístění snímačů od zdroje vibrací (jejich vzdáleností) byla i s přihlédnutím k jiným měřením od vlnění štětovic zkonstruována závislost efektivní prostorové rychlosti kmitání na vzdálenosti zdroje kmitání od snímače/objektu (útlumová křivka). Pro konstrukci útlumové křivky byly použity naměřené hodnoty ze záznamu cm04.



Graf č. 1: Závislost efektivní prostorové rychlosti kmitání na vzdálenosti zdroje kmitání

Na základě vzorce $v_{ef,p} = 150 \cdot L^{-2.5}$ lze přibližně určit dynamické účinky v zadané vzdálenosti. Pro hodnoty menší jak 5 m nebyly naměřené účinky ověřovány a jedná se o extrapolaci – stanovení velikosti účinků je velmi přibližné. Zároveň totiž vstupují jako neznámá do těchto úvah různost geologického a hydrogeologického prostředí, v kterém se šíří vibrace, založení měřených objektů a další.

Např. pro vzdálenost 5 m lze takto určit přibližnou hodnotu efektivní prostorové rychlosti kmitání na 2,7 mm/s, ale ve vzdálenosti 2 m už orientačně hodnotou 27 mm/s.

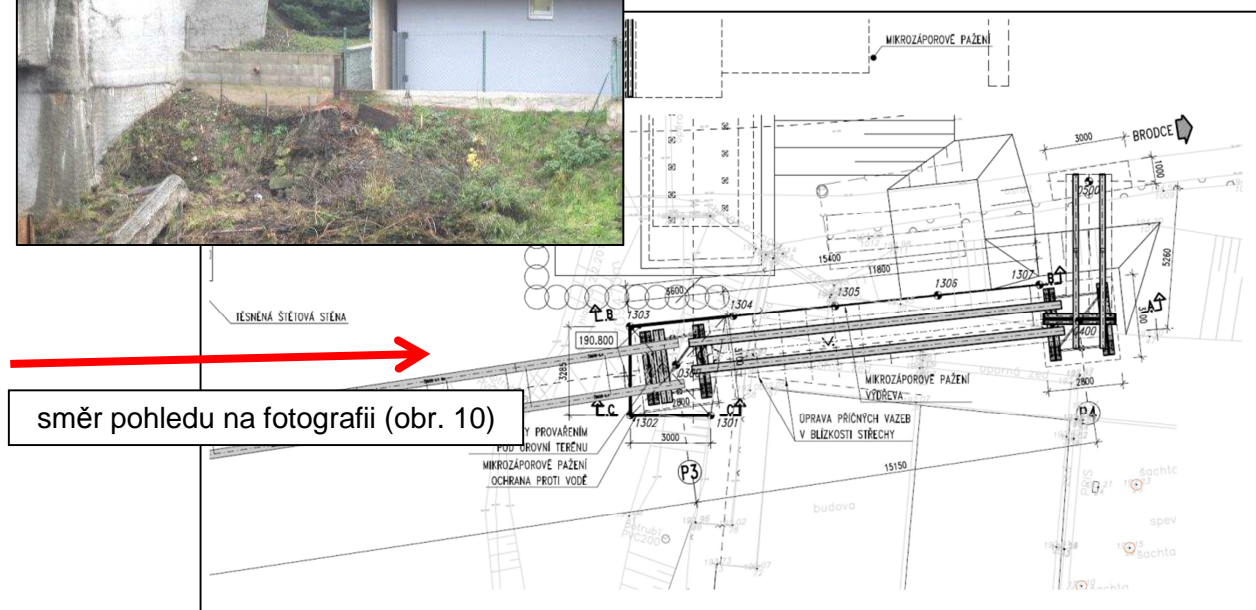
6.3. Interpretace provedených měření s ohledem na objekty na levém břehu řeky Jizery

Na levém břehu řeky se v blízkosti založení jímky provizorní lávky nachází především objekt č. p. 79 (pohled na objekt – obr. 10 a půdorys provizorní lávky – obr. 11).

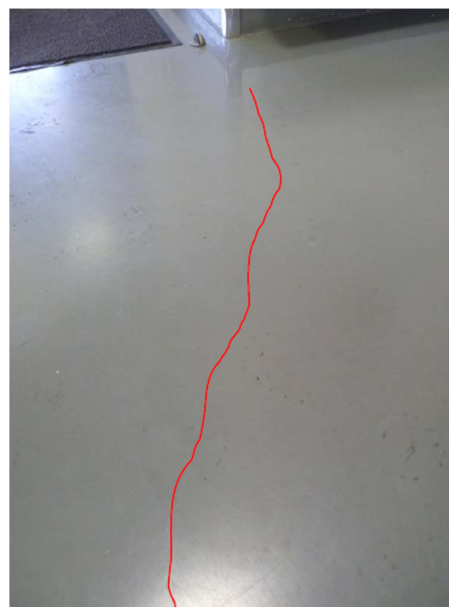


Obr. 10: Pohled na objekt č. p. 79 a opěru stávajícího mostu

Obr. 11: Výřez půdorysu provizorní lávky



Dle obhlídky objektu a provedené pasportizace [3] je objekt č. p. 79 novostavbou, jejíž součástí jsou kromě jiného prodejna a jídelna, v které byly zdokumentovány trhliny v podlaze a i v jiných částech konstrukcí, na jednu z nich byl osazen terč na sledování pohybu trhliny.



Obr. 12 a 13: Převzaté foto trhlin v podlahách v objektu

S ohledem na uvedené lze objekt č. p. 79 dle ČSN 73 0040 a ČSN 73 0031 zařadit nejpřísněji do třídy odolnosti A (chatrné stavby) a třídu významnosti II (objekty obytné a občanské). Dle tabulky č. 10 normy ČSN 73 0040 je třeba provést dynamický výpočet pro hodnoty efektivní prostorové rychlosti kmitání 2,2 mm/s.

Hodnota 2,2 mm/s je jako hraniční, tj. jako 100%. S ohledem na způsob určení a všem nejistotám by se mělo počítat při dalším provádění s hodnotou 75% z limitní hodnoty, tj. s hodnotou efektivní prostorové rychlosti kmitání 1,65 mm/s.

Vzhledem k obdobným geologickým a hydrogeologickým podmínkám na obou březích řeky Jizery v tomto místě lze pro určení vzdálenosti objektu (snímače), při které bude dosaženo hodnoty efektivní prostorové rychlosti kmitání 1,65 mm/s použít útlumové křivky dle kapitoly 6.2.

Hodnoty efektivní prostorové rychlosti kmitání 1,65 mm/s by bylo dle výše uvedeného dosaženo ve vzdálenosti cca 6,1 m.

7. ZÁVĚRY Z PROVEDENÝCH MĚŘENÍ

Dne 9. 11. 2017 bylo prováděno měření dynamických účinků od vhnání pokusné štětovnice při zahájení výstavby jámy pro založení opěry nové dočasné lávky přes řeku Jizeru v obci Dražice na blízký objekt č. p. 7.

V předchozích kapitolách je podrobně popsán průběh měření i s výsledky.

Na základě výsledků měření a dle ČSN 73 0040 lze konstatovat, že při měření nebyla překročena hodnota pro možnost vzniku porušení objektu č. p. 7.

Zároveň byla z provedeného měření, a s přihlédnutím k již provedeným měřením, zkonstruována útlumová křivka, na základě které lze orientačně predikovat účinky v jiných vzdálenostech zdroje vibrací (beranění).

Pro objekt č. p. 79 byl a pro stejný zdroj vibrací byla stanovena nejmenší vzdálenost provádění tak, aby nebylo nutné provádět dynamický výpočet a nedošlo k rozvoji stávajících porušení nebo vzniku nových porušení, na vzdálenost 6,1 m a vyšší. **Ve vzdálenostech menších jak 6,1 m doporučujeme zvolit jiný (šetrnější) zdroj vibrací (způsob provádění zajištění jímek).**

Měření provedla měřící skupina firmy INSET




Vypracoval: Ing. Martin Čermák

V Praze dne 21. 11. 2017

Situace s rozmístěním snímačů rychlosti kmitání



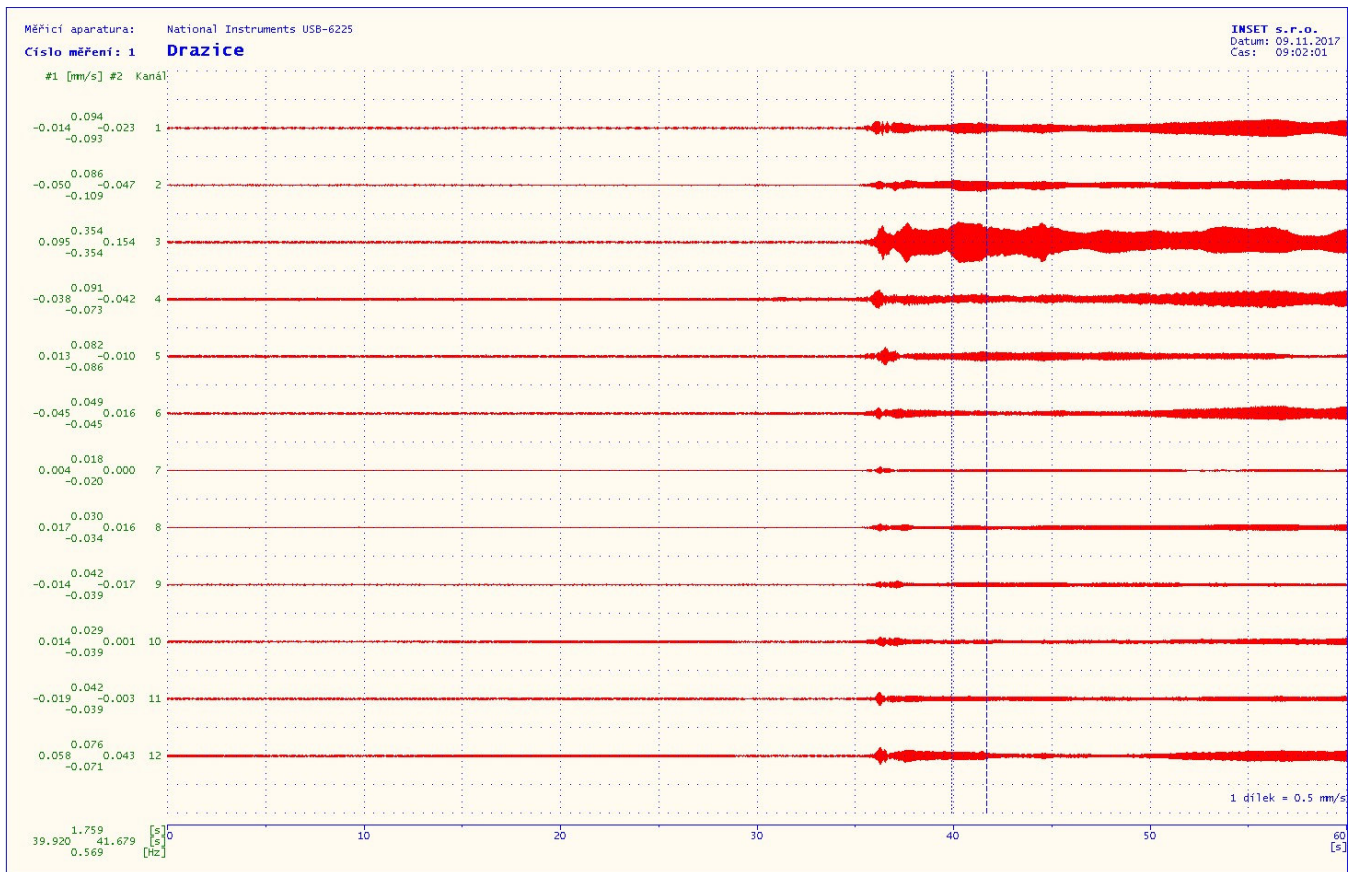
Legenda

-  snímač rychlosti kmitání (šipka označuje směr podélné složky)
-  měřicí počítač
-  zdroj vibrací

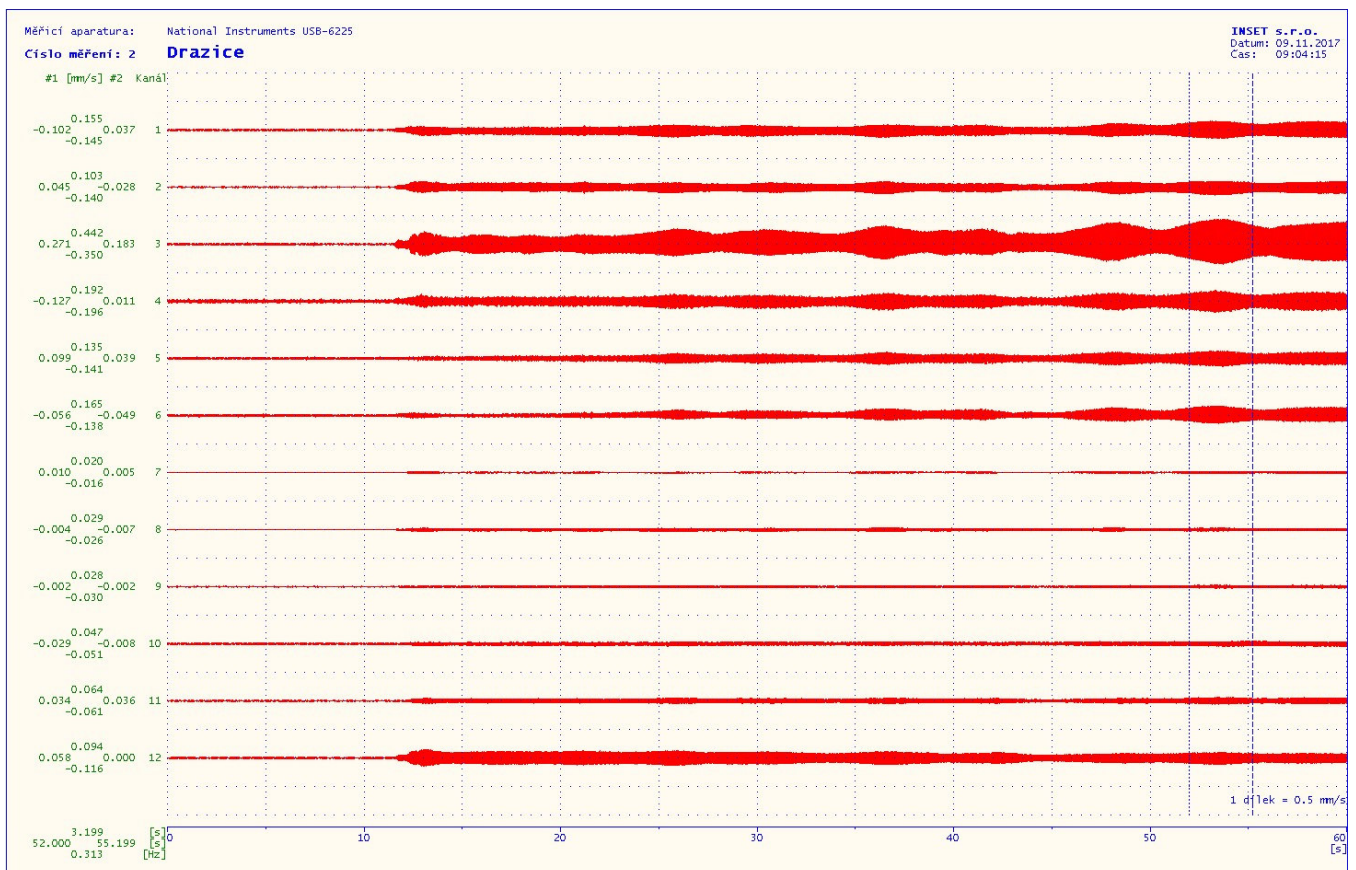
KRESLIL:	převzato	ODP. ŘEŠITEL:	Ing. Martin Čermák	 INSET s.r.o. Lucemburská 7, 130 00 Praha 3 www.inset.com tel. 266 311 414	
ZPRACOVAL:	Ing. Martin Čermák	KONTROLA:	Ing. Zdeněk Kankrlík		
OBJEDNATEL:	COLAS CZ, a.s., Ke Klíčovu 9, 190 00 Praha 9				
INVESTOR:				Č.ZAKÁZKY:	17100592000
STAVBA ZAKÁZKA:	III/27214 Dražice, most ev. č. 27214-2 přes Jizeru v Dražicích			ÚČEL:	závěrečná zpráva
OBSAH PŘÍLOHY:	Situace s rozmístěním snímačů rychlosti kmitání			FORMÁT:	DATUM: 11/2017
				1x A3	ČÍS. ZPRÁVY: 1
				MĚŘÍTKO:	ČÍSLO PŘÍLOHY: 1
				schéma	1

Časové závislosti rychlosti kmitání z jednotlivých záznamů

Příloha č. 2: Časové závislosti rychlosti kmitání z jednotlivých záznamů

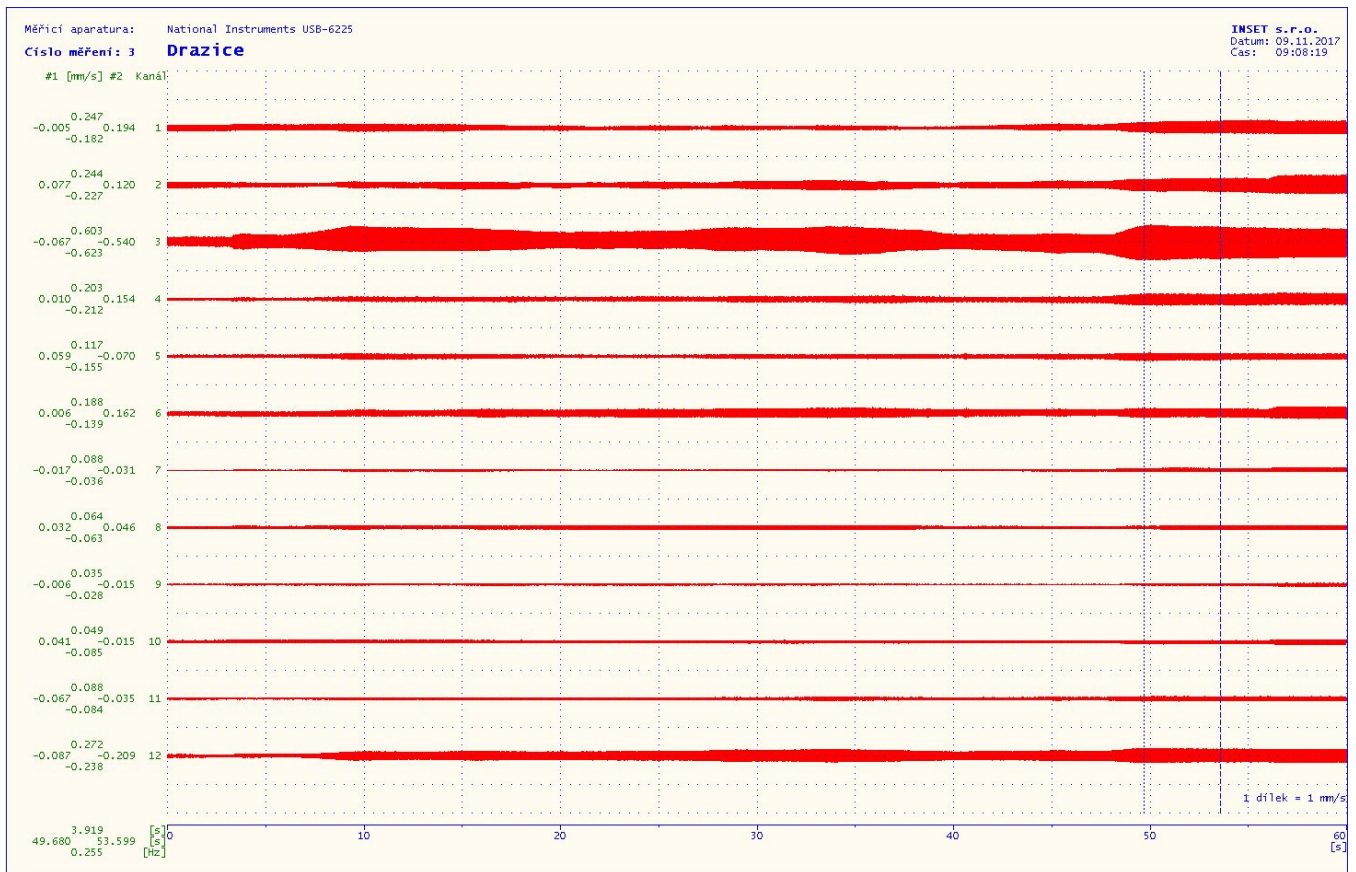


m01-0:

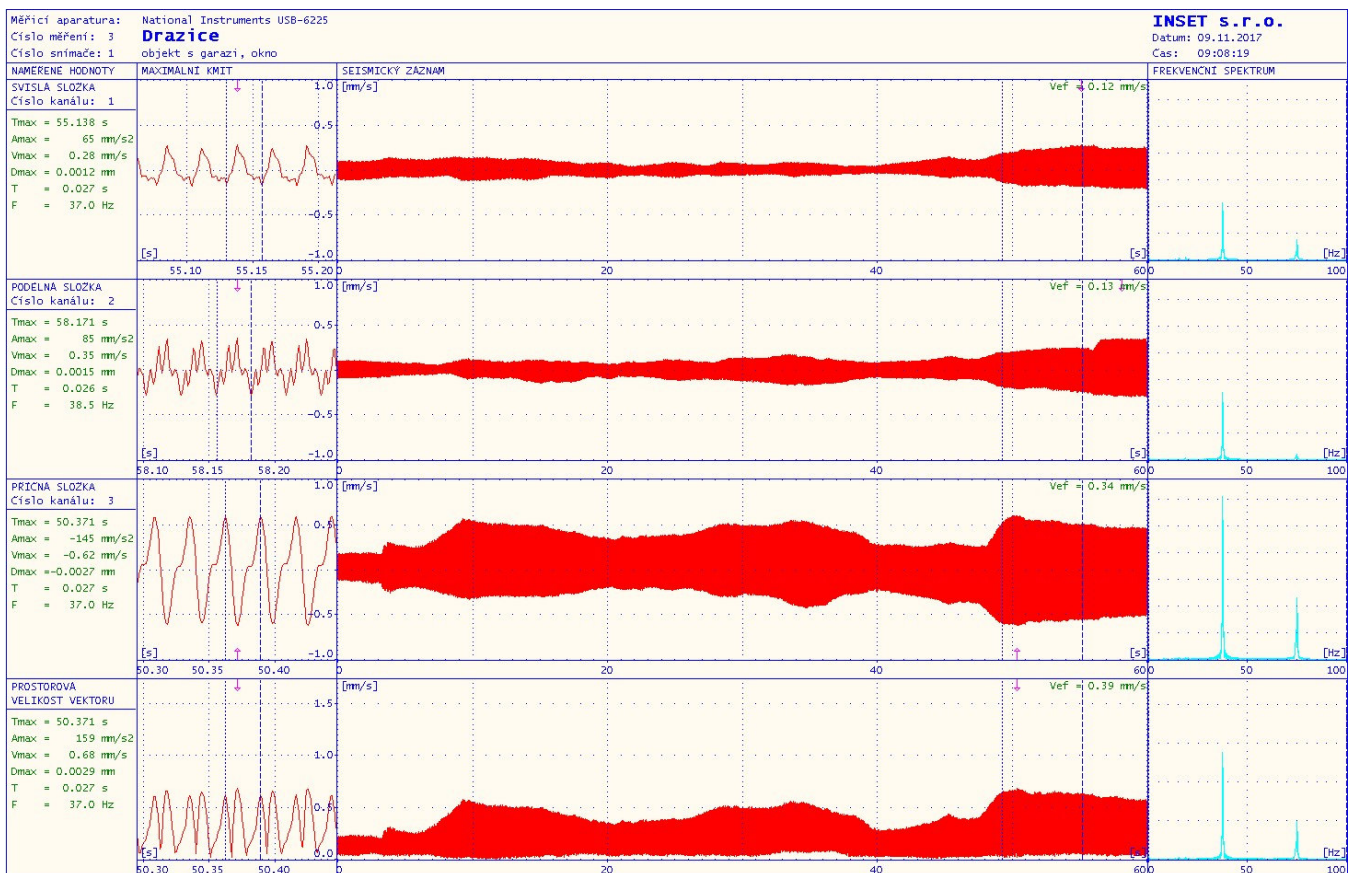


m02-0:

Příloha č. 2: Časové závislosti rychlosti kmitání z jednotlivých záznamů

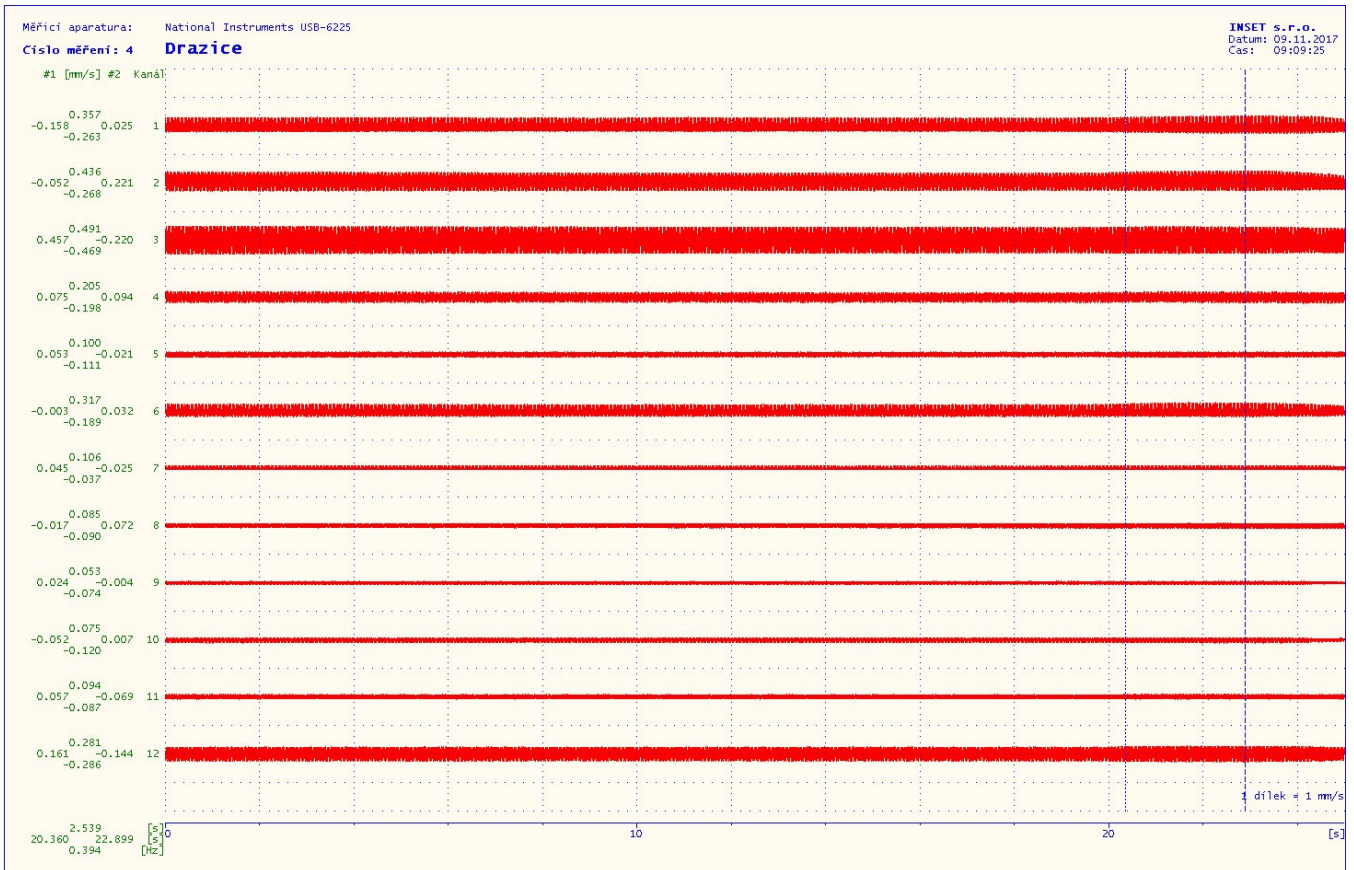


m03-0:

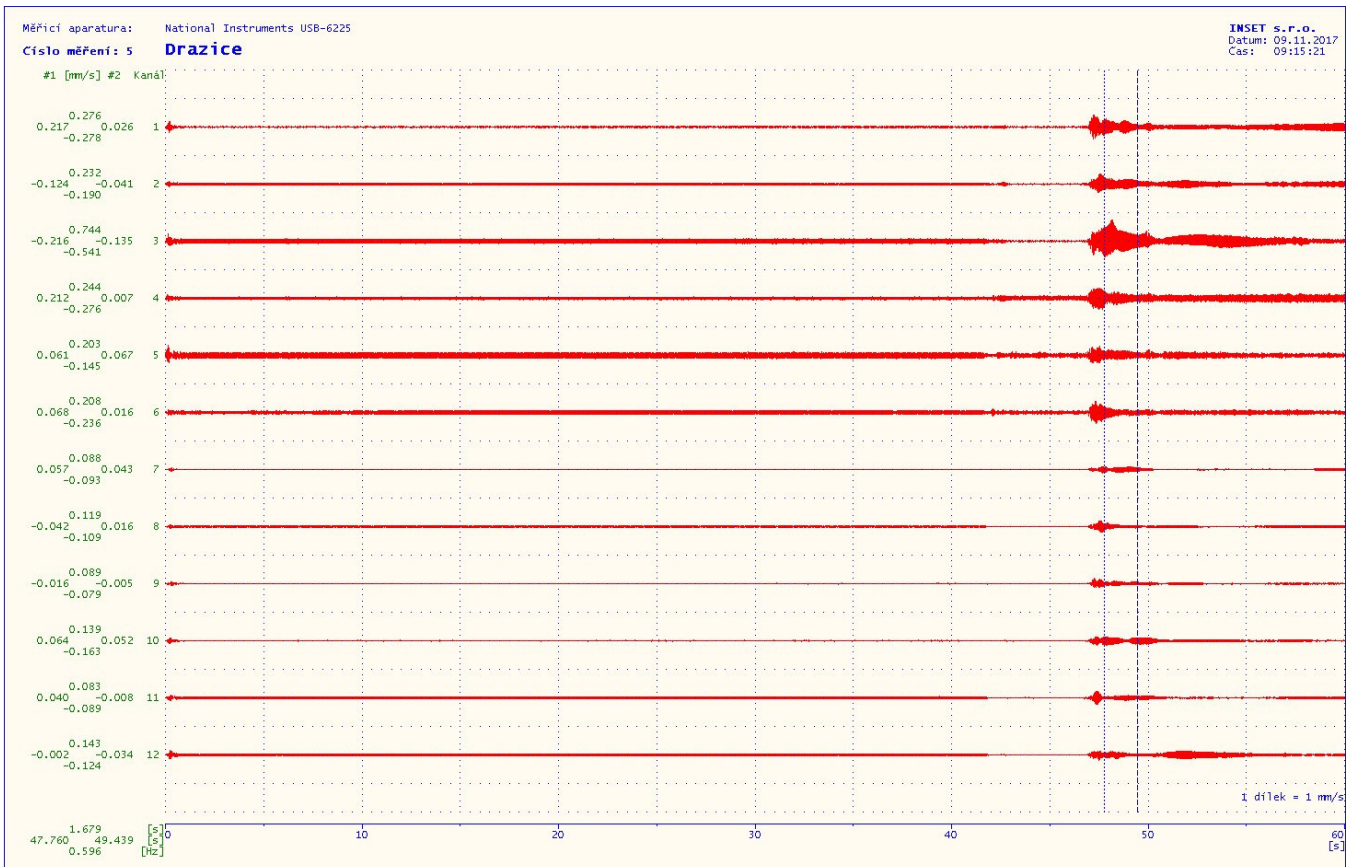


m03-1: podrobné vyhodnocení záznamu m03 s určením dominantních frekvencí

Příloha č. 2: Časové závislosti rychlosti kmitání z jednotlivých záznamů



m04-0:



m05-0: