

Zdeněk KALÁB¹, Martin STOLÁRIK²

EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ SEIZMICKÉHO PROJEVU KAMIONOVÉ DOPRAVY
EXPERIMENTAL MEASUREMENT OF SEISMIC EFFECT GENERATED BY TRUCK
TRANSPORT

Abstract

This contribution deals with seismic loading of structural objects. Source of this loading is truck traffic. Basic data was obtained during experimental measurement in small village using seismic apparatus GCR-16 (GeoSIG, Switzerland). Truck transport generated the most significant maximum velocity values. Seismic loading was evaluated for typical structures in village.

Key words: seismic measurement, seismic loading, truck transport.

1 ÚVOD

Příčin vzniku trhlin na stavebních objektech je celá řada a můžeme je rozdělit podle různých kritérií. Například podle příčiny vzniku trhlin stanovujeme trhliny vzniklé v důsledku deformací v základové půdě, v důsledku konstrukčních vad objektu nebo v důsledku dynamického namáhání [1]. Lokálně významným seismickým zatížením jsou i vibrace vyvolané dopravou.

Aktuálnost studia vibrací vyvolaných dopravou je potvrzena rostoucími požadavky na zrychlení dopravy [2], [3], [4]. To s sebou nese nejen vybudování nových rychlostních komunikací (pro silniční i kolejovou dopravu), ale také částečnou rekonstrukci komunikací stávajících. Základní hodnocení seismického zatížení stavebních objektů dopravou vychází z technické normy ČSN 73 0040, v tabulce 8 jsou uvedeny hodnoty efektivních rychlostí kmitání od 0,2 mm.s⁻¹ pro zatřídění objektů UA (objekty s mimořádným ekonomickým a/nebo společenským významem v nejnižší třídě odolnosti objektu) do 5,0 mm.s⁻¹ (objekty s omezeným ekonomickým a/nebo společenským významem v nejvyšší třídě odolnosti objektu).

Příspěvek představuje výsledek experimentálního měření seismického projevu kamionové dopravy a následnou interpretaci naměřených hodnot pro typické objekty.

2 EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ

Pro experimentální měření byla zvolena silnice první třídy vedoucí středem malé obce v Moravskoslezském kraji. Po této frekventované komunikaci se běžně pohybují vozy kamionové a jiné těžké dopravy. Měření bylo provedeno seismickou tříkanálovou aparaturou GCR – 16, GeoSIG, Švýcarsko (podrobněji viz. [5]). K aparatuře byl připojen třísložkový rychlostní senzor GSV – 310 (obr. 1). Senzor byl umístěn podél komunikace na obrubníku chodníku, jednotlivé složky byly orientovány v paprskovém souřadném systému tak, že vždy vodorovná složka X byla rovnoběžná s komunikací, resp. směrem jízdy. Nejmenší vzdálenost seismického zdroje (v tomto případě projíždějícího kamionu) od senzoru byla proměnlivá. Pohybovala se v rozmezí od 1 do 2,5 metrů. Pro záznam digitálních dat bylo využito spouštění záznamů překročením nastavené úrovně. Měření proběhlo se vzorkovací frekvencí 500 Hz a rozsah aparatury byl nastaven do 1 mm.s⁻¹.

¹ Doc. RNDr. Zdeněk Kaláb, CSc., Katedra geotechniky a podzemního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Podéště 1875, Ostrava-Poruba, tel.: +420 597 321 381, e-mail: zdenek.kalab@vsb.cz.

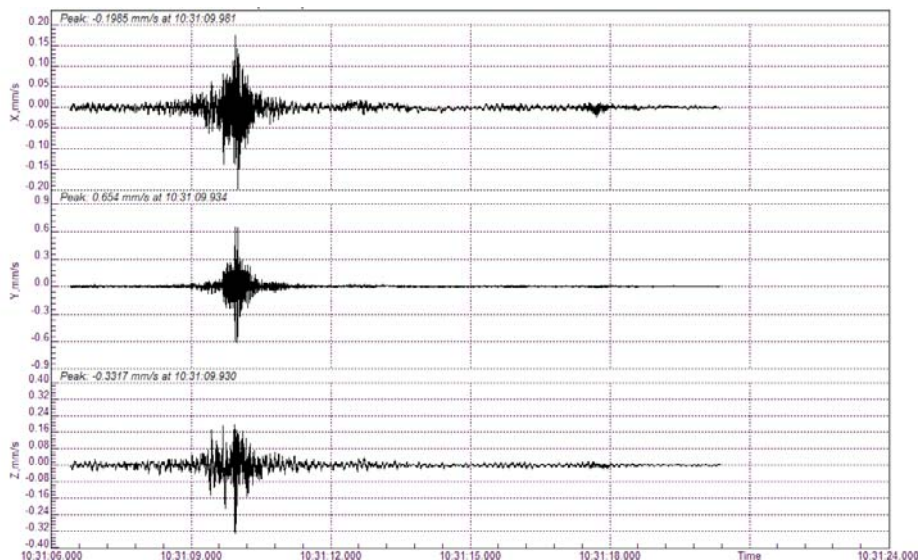
² Ing. Stolarík Martin, Katedra geotechniky a podzemního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Podéště 1875, Ostrava-Poruba, tel.: +420 597 321 362, e-mail: martin.stolarik@vsb.cz.



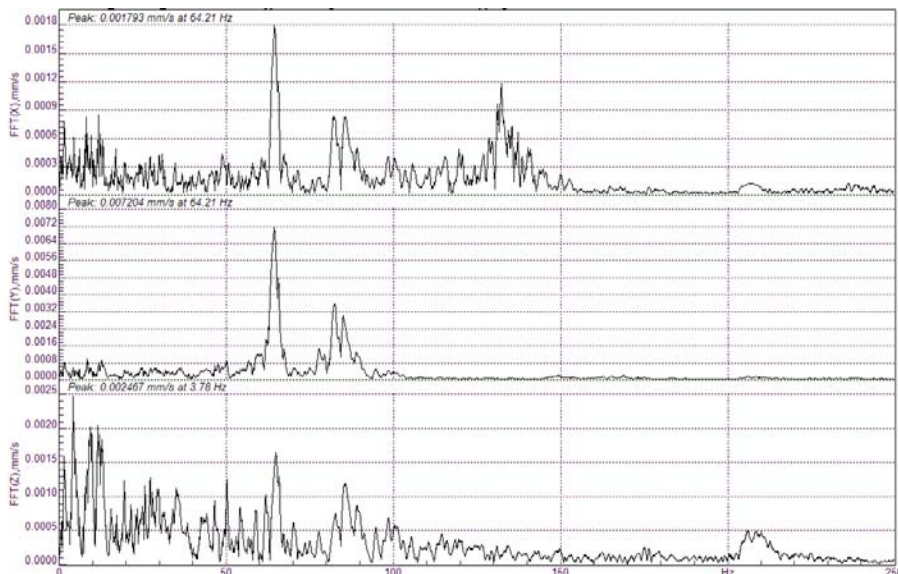
Obr. 1: Seizmická aparatura GCR-16 (GeoSIG) se senzorem.

Tab. 1: Složkové rychlosti kmitání vybraných záznamů.

ZÁZNAM	RYCHLOST KMITÁNÍ [mm/s]		
	SLOŽKA		
	X	Y	Z
1	0,2	0,65	0,33
2	0,17	0,25	0,5
3	0,25	0,2	0,35
4	0,19	0,28	0,25
5	0,14	0,21	0,28
6	0,12	0,13	0,3
7	0,17	0,24	0,18
8	0,18	0,2	0,22
9	0,15	0,22	0,19
10	0,13	0,17	0,24
11	0,14	0,14	0,25
12	0,12	0,17	0,24
13	0,18	0,19	0,18
14	0,14	0,21	0,19

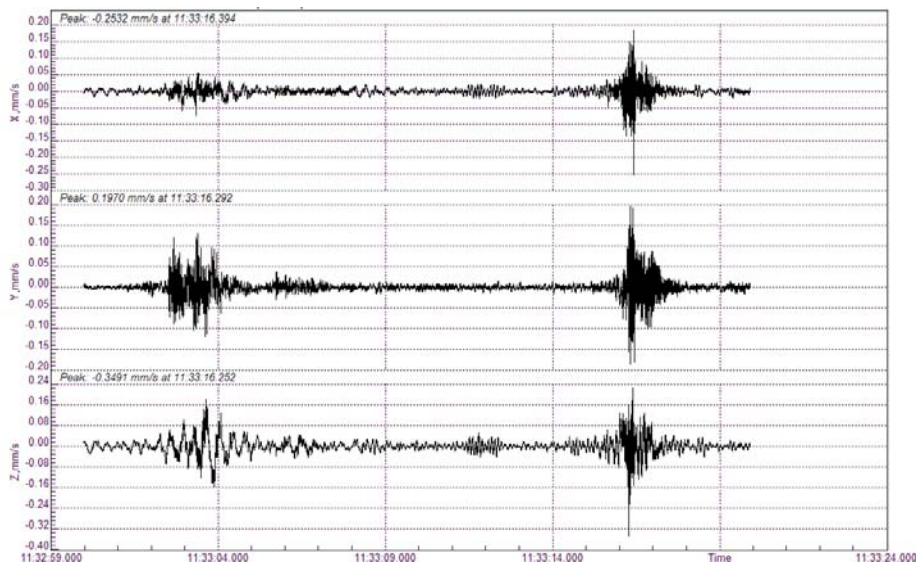


Obr. 2: Záznam nejintenzivnějšího zaznamenaného jevu (na vodorovné ose je čas).

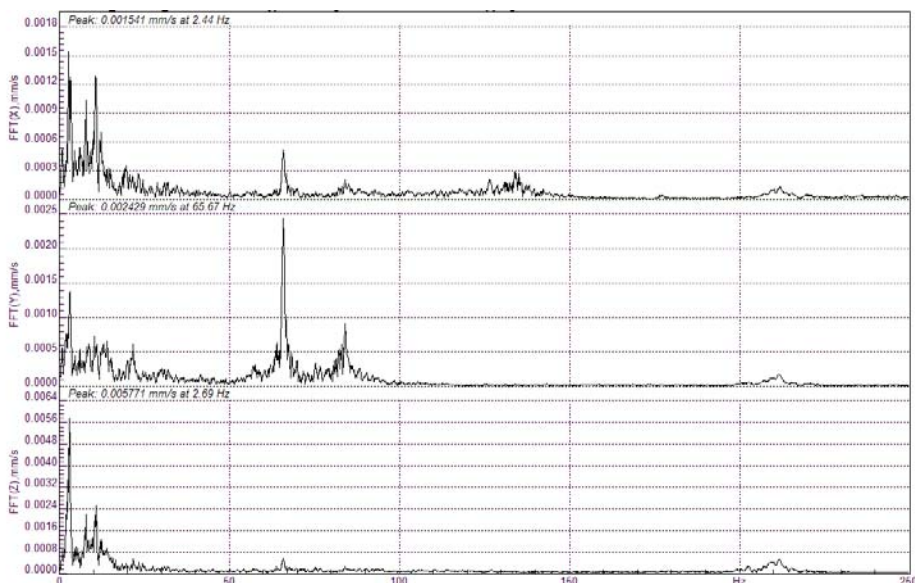


Obr. 3: Frekvenční obraz nejintenzivnějšího zaznamenaného jevu (na vodorovné ose frekvence).

V tabulce 1 je uvedeno 14 nejvýraznějších jevů, které přesahovaly na všech třech složkách $0,1 \text{ mm.s}^{-1}$. Doba trvání projevu byla v rozmezí od 5 do 10 vteřin (delší záznamy byly interpretovány jako projev více dopravních prostředků). Největší projev byl pořízen od těsně kolem obrubníku projíždějícího nákladního automobilu. Maximální amplituda na složce vodorovné rovnoběžné se směrem jízdy (X) je $0,2 \text{ mm.s}^{-1}$, na složce vodorovné kolmé ke směru jízdy (Y) $0,65 \text{ mm.s}^{-1}$ a na svislé složce (Z) $0,33 \text{ mm.s}^{-1}$ (Obr. 2). Frekvenční obraz (FFT spektra) byl u všech 14 záznamů obdobný: převládající frekvence v hodnotách 2-15 Hz. Na obou vodorovných složkách se objevuje výrazný pík ma hodnotě kolem 65 Hz, jehož původ není identifikován (Obr. 3). Na obrázku 4 je pro ilustraci uveden delší záznam dvou po sobě jedoucích vozidel a obrázek 5 znázorňuje opět frekvenční obraz (FFT spektra).



Obr. 4: Záznam projevu dvou po sobě jedoucích vozidel (na vodorovné ose je čas).



Obr. 5: Frekvenční obraz dvou po sobě jedoucích vozidel (na vodorovné ose frekvence).

3 DISKUSE NAMĚŘENÝCH HODNOT

Vyhodnocení seizmického zatížení vyvolané těžkou kolovou dopravou bylo provedeno na základě výsledků experimentálního měření dle ČSN 73 0040 pro tři nejběžněji se vyskytující objekty v obcích ČR, a to kostel, jakožto historická kulturní památka, rozsáhlý hospodářský objekt a běžný cihlový rodinný dům. Zde se předpokládá, že naměřena je zdrojová funkce, která působí na danou konstrukci.

- ❑ Kostel – historická kulturní památka nacházející se v obci může být zařazena do třídy významu objektu I, tedy objekt s velkým společenským významem. Jakožto historická budova v níž se nacházejí klenuté stropy můžeme uvažovat o zařazení objektu do třídy odolnosti A. Potom pro posuzování dynamické odezvy způsobené technickou seizmicitou (s výjimkou odezvy od trhacích prací) z hlediska mezních stavů první skupiny jsou mezní hodnoty efektivní rychlosti kmitání uvedeny v tab. 8 (takto i pro další dva posuzované objekty). Z ní plyne, že odezvu není třeba analyzovat, není-li překročena hodnota $v_{ef} = 0,4 \text{ mm.s}^{-1}$. V našem případě, kdy nejvyšší naměřená hodnota byla $0,65 \text{ mm.s}^{-1}$ by byla hodnota překročena o téměř 63% (v souladu s normou by bylo třeba provést analýzu dynamické odezvy).
- ❑ Rodinný dům – běžná cihelná stavba, tedy třída významu objektu II, objekt se středním společenským významem a třída odolnosti B. Mezní hodnota efektivní rychlosti v tomto uvažovaném případě udávaná $v_{ef} = 1,0 \text{ mm.s}^{-1}$. Maximální naměřená amplituda rychlosti kmitání by tedy překročena nebyla.
- ❑ Rozsáhlý hospodářský objekt – plemenná stanice dobytka či velká jatka, tedy objekt opět zařazen do třídy významu objektu I, objekt s velkým ekonomickým významem. Zpravidla velké budovy z cihel či tvárníc, tedy třída odolnosti C. Mezní hodnota efektivní rychlosti je v tomto případě udávaná $v_{ef} = 1,5 \text{ mm.s}^{-1}$. Maximální naměřená amplituda rychlosti kmitání by tedy nebyla překročena.

ZÁVĚR

V příspěvku je popsáno experimentální měření seizmického projevu vyvolaného průjezdem těžké nákladní dopravy. Na příkladu nejintenzivnějšího naměřeného projevu bylo provedeno hodnocení seizmického zatížení pro tři typické objekty. Analýza potvrdila, že těžká nákladní doprava může vyvolat vibrace, které svými maximálními hodnotami překračují mezní hodnoty efektivní rychlosti kmitání dle ČSN 73 0040.

Poděkování

Tento příspěvek byl zpracován při řešení projektu GAČR 103/05/H036 „Analýzy spolehlivosti konstrukcí, vystavených účinkům mimořádného zatížení“ a výzkumného záměru AV OZ30860518 „Fyzikální a environmentální projevy v litosféře indukované antropogenní činností“

LITERATURA

- [1] Dvořák, A. (1969): Základy inženýrské seizmiky, Skripta přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha, 128 stran.
- [2] Kaláb, Z. (1999): Příklady měření projevů seismicity způsobené dopravou. Sborník konference Geotechnika 99 – Základy moderních technologií, Ostrava, 93-96.
- [3] Kaláb, Z., Kořínek, R. a Kubečka, K. (2005): Studium odezvy stavebního objektu na zatížení dopravní seizmicitou. Proceedings of the 3rd International conference on Dynamics of Civil Engineering and Transport Structures and Wind Engineering (DYN-WIND 2005). University of Žilina, Slovak Republic, 86-89.
- [4] Salajka, V. a Kanický, V. (2004): Příspěvek k posuzování seizmického zatížení stavebních objektů dopravou, Transactions (Sborník vědeckých prací VŠB-TU Ostrava), řada stavební, roč. IV, č. 2, 261-267.
- [5] Kaláb, Z., Kořínek, R. (2000): Laboratoř zatížení technickou a přirozenou seizmicitou na FAST VŠB-TU Ostrava. Sborník konference Geotechnika 2000 – Trendy vývoje geotechnických staveb v budúcom tisícročí, ORGWARE Bratislava, 213-215

Oponentní posudek vypracoval: Ing. Jaromír Knejzlík, CSc.

