

# PŘEPRAVNÍ EXPERIMENT – KOMPARACE VYBRANÝCH DOPRAVNÍCH CEST

## TRANSPORTATION EXPERIMENT – COMPARISON OF THE SELECTED ROADS

Martin Vlkovský, Arpád Pohl, Luděk Rak, Michal Víta

**Abstrakt:** Článek předkládá výsledky přepravního experimentu provedeného na vozidle Tatra T-810 se zaměřením na zjištění rozdílnosti přepravních podmínek na vybraných úsecích silnic I. a II. třídy. V příspěvku je využita popisná statistika, která poukazuje na vhodnost využití základních statistických charakteristik s ohledem na způsob upevnění nákladu na vozidle. Vyhodnocení přepravního experimentu zdůrazňuje především význam vyšetření lokálních extrémů funkcí zrychlení v jednotlivých osách v porovnání s průměrnými hodnotami zrychlení.

**Abstract:** The paper offers results of a transport experiment performed on Tatra T-810 vehicle focused on finding differences in transport conditions on chosen sections of roads of I and II class. The paper uses descriptive statistics which point at fitness of usage of basic statistical characteristics with regard to way of cargo securing in the vehicle. Evaluation of the transport experiment emphasizes mainly the importance of local extremes investigation in particular axes in comparison with average values of acceleration.

**Klíčová slova:** přepravní experiment, upevnění nákladu, koeficienty akcelerace, statistické charakteristiky, přepravní podmínky

### 1 Úvod

Přeprava tvoří nejvýznamnější část dopravy a zajišťuje fyzické přemístění nákladu, případně osob (cestujících), z místa nakládky do místa vykládky. Příspěvek se zaměřuje na část přepravy nákladu. Součástí přepravy jakéhokoliv nákladu je jeho upevnění s ohledem na dané přepravní podmínky (hmotnost a typ nákladu, druh dopravy, typ dopravního a přepravního prostředku apod.). U nákladní přepravy po silnici hraje významnou roli pro volbu upevnění i kvalita dopravní cesty, přestože je daná skutečnost zohledňována pouze implicitně – ve formě normativně stanovených koeficientů zrychlení. Velmi významným faktorem přepravy v armádních podmínkách je přeprava v terénu.

Cílem příspěvku je provést komparaci kvality vozovky u silnice I. a II. třídy z hlediska naměřených koeficientů zrychlení u vozidla Tatra T-810.

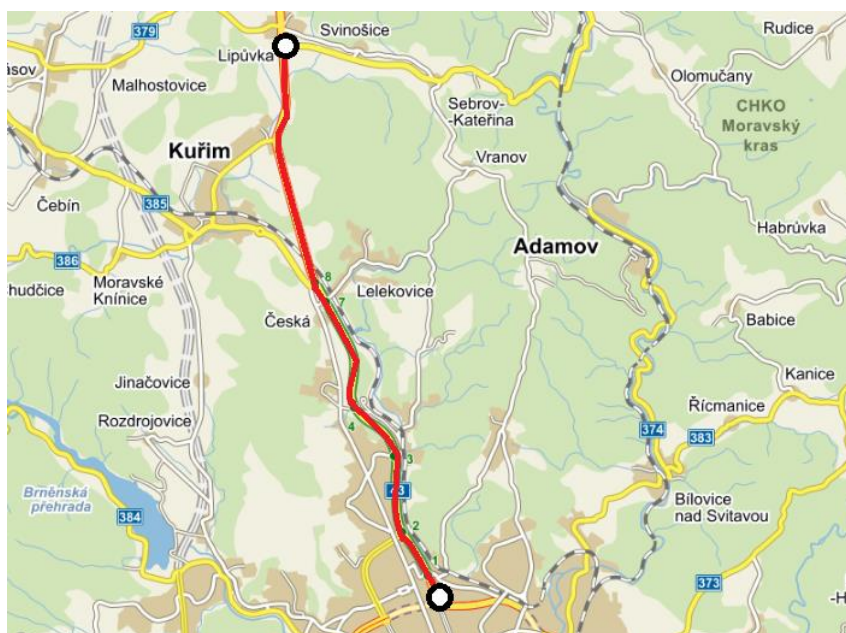
Velikosti koeficientů zrychlení přímo úměrně ovlivňují velikosti setrvačných sil v jednotlivých osách působících na náklad při přepravě. Při volbě nevhodného způsobu upevnění, případně při nesprávně provedeném upevnění, může dojít k poškození majetku nebo zranění osob.

## 2 Přepravní experiment

Přepravní experiment sestával z měření během dvou dnů (29. a 30. 8. 2016) v běžných podmínkách na silnicích I. a II. třídy. K přepravnímu experimentu byl po oba dva dny využit střední nákladní terénní automobil T-810 6×6 [2] bez nákladu. Přepravní trasa byla po oba dva dny stejná: okruh Brno – Ochoz u Brna – Březina – Křtiny – Jedovnice – Blansko – Šebrov – Lipůvka – Brno. Každý den měření řídil vozidlo jiný profesionální řidič. Po oba dva dny byly ideální podmínky, vozovka byla suchá, viditelnost výborná a během experimentu nebyly zaznamenány žádné dešťové přeháňky.

K provedení měření bylo po oba dva dny využito čtyř shodných akcelerometrů umístěných v přední části nákladového prostoru vozidla Tatra T-810. Jednalo se o akcelerometry s dataloggerem OM-CP-ULTRASHOCK-5, které zaznamenávaly akceleraci (rázy) v násobcích g ve všech třech osách – v podélném směru ve vztahu k pohybu vozidla (ose x), příčném směru (ose y) a svislém směru (ose z).

Záznam probíhal s frekvencí 512 Hz a akcelerometry uložily do paměti každou sekundu vždy nejvyšší, resp. nejnižší zaznamenanou hodnotu v dané ose [5]. Pro statistické zpracování bylo využito průměrných hodnot akcelerometrů pro jednotlivé osy. Mezi hodnotami zůstaly zahrnuty i krátké prostoje (stání) na křižovatkách nebo v kolonách, kdy jsou hodnoty koeficientů zrychlení způsobeny pouze běžícím motorem nákladního automobilu.



Obrázek 1: Trasa přepravního experimentu

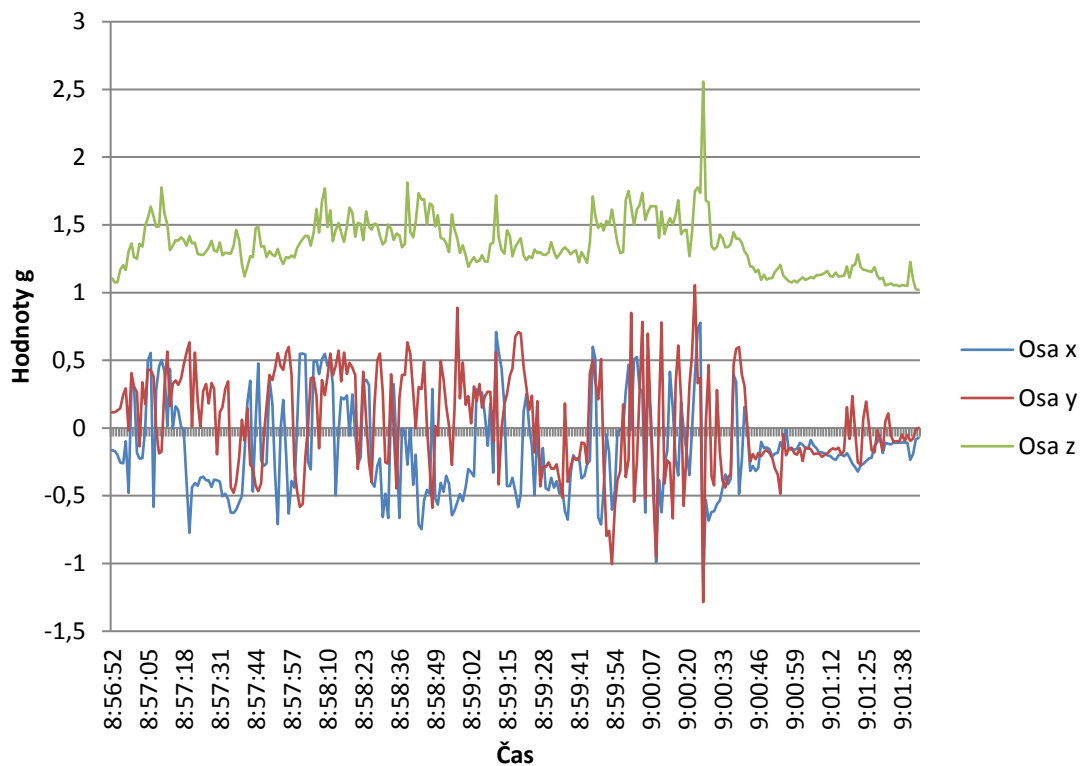
Zdroj: Mapy Seznam, upraveno

Pro potřeby statistického vyhodnocení je využita bazální varianta hodnot uvedených v ČSN EN 12195-1:  $c = (0.8; 0.6; 1.0)$  pro účely silniční přepravy [1].

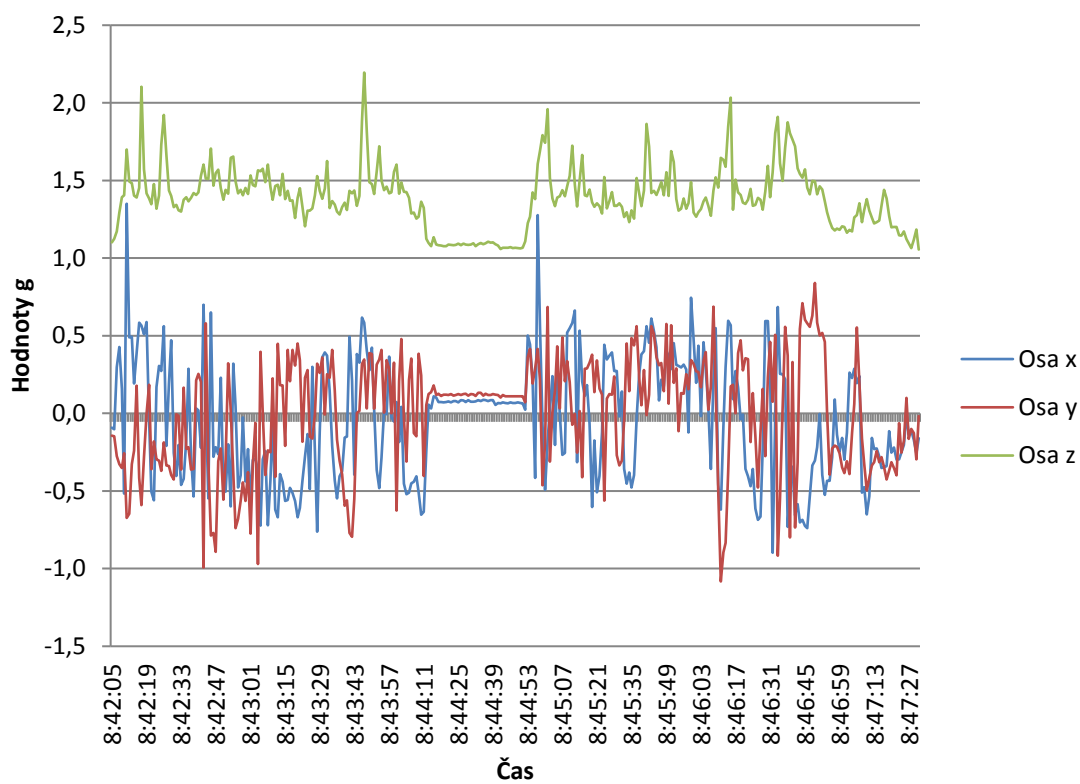
## 3 Statistické vyhodnocení experimentu

Pro účely popisné statistiky jsou využita celková data z provedeného experimentu a vybraná data části úseku, kde se vozidlo pohybovalo po silnici I. třídy (viz obrázek 1, úsek konec obce Lipůvka – začátek města Brna).

Hodnoty koeficientů zrychlení v jednotlivých osách pro jednotlivé dny jsou zaneseny do grafů na obrázcích 2 a 3.



Obrázek 2: Hodnoty koeficientů zrychlení ze dne 29. 8. 2016 – Úsek silnice I. třídy  
Zdroj: vlastní



Obrázek 3: Hodnoty koeficientů zrychlení ze dne 30. 8. 2016 – Úsek silnice I. třídy  
Zdroj: vlastní

Z grafů na obrázcích 2 a 3 je zřejmé, že přestože se jedná o stejnou komunikaci a stejné situací na silnici a odlišným způsobem jízdy obou řidičů.

Problematická je situace dne 30. 8. 2016, kdy vozidlo v čase 8:44:18 – 8:44:52 pojíždělo krátce v koloně. Data jsou tak částečně zkreslena, především z hlediska trvání měření v daném úseku a průměrných statistických charakteristik.

I přes omezené množství dat za úsek silnice I. třídy je zřejmý malý rozdíl ve statistických charakteristikách stejných úseků silnice (viz tabulka 1). Výjimku tvoří koeficient špičatosti pro osu z, který je více než 3,5× větší první den měření ve srovnání s druhým dnem měření. Koeficient špičatosti ukazuje asymetričnost rozdělení četností v porovnání s normálním rozdělením. Rozdělení četností v případě osy z je špičatější než normované normální rozdělení.

Tabulka 1 Srovnání vybraných statistických charakteristik – Úsek silnice I. třídy

Úsek	29. 8. 2016 (879 hodnot)			30. 8. 2016 (981 hodnot)		
	x	y	z	x	y	z
Arit. průměr	-0,1535	0,0479	1,3526	-0,0469	-0,0016	1,3842
Modus	-0,1100	0,3250	1,4175	0,0700	0,1175	1,4050
Medián	-0,1975	0,0150	1,3375	-0,0200	0,1100	1,3875
Rozptyl	0,1191	0,1314	0,0367	0,1475	0,1307	0,0395
Špičatost	-0,2070	-0,0145	4,3323	-0,2602	-0,1987	1,2228
Šikmost	0,4586	-0,1724	1,0891	0,2588	-0,4722	0,6776

Zdroj: vlastní

Určité rozdíly jsou v extrémních hodnotách u silnice I. třídy. Pro den 29. 8. 2016 bylo zjištěno 21 hodnot, které překročily normativně stanovené limity a pouze **jediná hodnota je překročila více než dvojnásobně**. To představuje **2,39 %** hodnot z celku za daný den měření. Dne 30. 8. 2016 to bylo 31 hodnot a **žádná hodnota nepřekročila** normativně stanovené limity **dvojnásobně**. Uvedených 31 hodnot představuje **3,16 %** z celkového počtu hodnot za daný den měření.

Celkově za oba dny měření a za celý úsek bylo zjištěno celkem  $1\ 659 + 1\ 837 = 3\ 496$  hodnot, které přesáhly normativně stanovené limity. To je celkově z 29 112 naměřených hodnot **12,01 %**, což **významně překračuje podíl na úsecích silnice I. třídy**.

Celkově bylo rovněž zjištěno **133 hodnot, které dvojnásobně překročily normativně stanovené limity**, pouze jediná z toho se vyskytla na úseku I. třídy. Obecně lze takové výkyvy považovat za nebezpečné s ohledem na upevnění nákladu. Působící setrvačné síly jsou velmi zjednodušeně dvojnásobné, než uvádí norma ČSN EN 12195-1.

Významné rozdíly ve statistických charakteristikách nejsou ani ve srovnání s celkovými hodnotami, kde je k dispozici relevantní množství dat (viz tabulka 2).

Tabulka 2 Srovnání vybraných statistických charakteristik – Celá trasa

Úsek	29. 8. 2016 (15315 hodnot)			30. 8. 2016 (13797 hodnot)		
	x	y	z	x	y	z
Arit. průměr	-0,1336	0,1020	1,4849	-0,1461	0,0872	1,5587
Modus	-0,1475	0,1275	1,3975	-0,5200	0,1250	1,4775
Medián	-0,2050	0,1475	1,4775	-0,2325	0,1425	1,5325
Rozptyl	0,1884	0,2473	0,0601	0,2019	0,2894	0,0644
Špičatost	-0,1286	-0,0070	4,6380	-0,1682	-0,1967	1,5947
Šikmost	0,4443	-0,3129	0,9966	0,5025	-0,3083	0,6534

Zdroj: vlastní

Hodnoty za úsek silnice I. třídy odpovídají v daných dnech celkovým hodnotám. Rozdíl v koeficientu špičatosti v ose z je zřejmý i u celkových hodnot, kdy je v prvním dni měření téměř trojnásobný.

#### 4 Závěr

Z provedeného přepravního experimentu vyplývá, že rozdíly ve vybraných statistických charakteristikách jsou zpravidla nevýznamné. Celkové počty lokálních extrémů funkcí zrychlení v jednotlivých osách, které přesahují požadavky normy ČSN EN 12195-1, jsou však významné. Uvedená charakteristika navíc ilustruje rozdíl v přepravních podmínkách na úseku silnice I. třídy oproti celkovým hodnotám. Porovnáním silnice I. třídy pouze s hodnotami úseku silnice II. třídy by byl rozdíl ještě větší. Z výsledků vyplývá, že první den měření se liší podíl výkyvů mimo normu o **8,44 procentního bodu** ve prospěch úseku silnice I. třídy, resp. o **10,15 procentního bodu** v případě druhého dne měření. Při porovnání hodnot naměřených na běžných komunikacích různých tříd s terénními podmínkami lze očekávat ještě větší rozdíly, jak ukazují předběžné analýzy [4]. Významnější výkyvy v jednotlivých osách lze předpokládat u specifických překážek na silnici (viz např. [3]).

Předpokladem dalšího výzkumu je zahrnout do analýz více dat s využitím dalších vozidel, řidičů a úseků. Následně bude provedena komparace i s vozidly vybraných armád členských států NATO, např. s vozidly RÁBA, které jsou součástí vozového parku Maďarské armády). Komparace bude doplněna i o simulační model s využitím příslušného softwarového nástroje (MSC.ADAMS), který umožňuje mimo jiné simulovat vliv vozovky (dopravní cesty) na vozidlo, resp. jeho náklad [6].

#### Poděkování

Článek byl napsán s podporou projektu specifického výzkumu č. SV16-FVL-109-VLK dotovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

#### Zdroje

- [1] ČSN EN 12195-1. *Zajišťování břemen na silničních vozidlech – Bezpečnost – Část 1: Výpočet zajišťovacích sil*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: 2011. 48 p.
- [2] KOLMAŠ, V. et al. *Katalog automobilní a pásové techniky používané v AČR*. MO ČR. 2007, Praha. 222 s. ISBN 978-80-7278-382-3.
- [3] VLKOVSKÝ, M. et al. *Přeprava v terénu a zajištění nákladu*. Crede Experto: transport, society, education, language, 2016, No. 2 (9). ISSN 2312-1327.
- [4] VLKOVSKÝ, M. et al. *The Cargo Securing Based on European Standards and its Applicability in Off-road Transport Conditions*. In: ICTTE Proceedings. 2016, Belgrade. ISBN 978-86-916153-X-X.
- [5] OMEGA. *Accelerometer – Data logger*. [online]. 2015. [vid. 2016-10-15]. Available from WWW: <http://www.omega.com/das/pdf/OM-CP-ULTRASHOCK.pdf>.
- [6] DUARTE, F. et al. *Software for Simulation of Vehicle-Road Interaction*. *New Advances in Information Systems and Technologies*. Springer, 2016, Vol. 1. ISBN: 978-3-319-31231-6.