

УДК: 629.118

ББК 39

М. Влковскы

Брно, Чешская Республика

К. Беднарж

Брно, Чешская Республика

СПЕЦИФИКА УКРЕПЛЕНИЯ ГРУЗА В РАМКАХ ЭКСТРЕННОГО СНАБЖЕНИЯ

В статье рассмотрены особенности укрепления груза при экстренном снабжении в кризисных ситуациях. Особое значение придается таким кризисным ситуациям, в которых транспортная инфраструктура для экстренного снабжения ограничена. Описаны возможные проблемы, которые могут возникнуть при транспортировке предметов первой необходимости в зону такой кризисной ситуации. Дана статистическая оценка транспортного эксперимента, который был реализован на асфальтированной дороге (шоссе) и на грунтовой дороге, и на ее основе представлены соответствующие рекомендации в отношении укрепления груза.

Ключевые слова: укрепление груза, силы инерции, коэффициенты ускорения, предметы первой необходимости, транспортный эксперимент.

Martin VLKOVSKÝ

Brno, the Czech Republic

Kamil Bednář

Brno, the Czech Republic

SPECIFICITY OF FASTENING OF CARGO IN EMERGENCY SUPPLY

The article deals with the special features of fastening of cargo in crisis situations during the emergency supply. The emphasis is placed on crisis situations where limited transport infrastructure is available for emergency supply purposes. Under these conditions, problems with transport of emergency supplies to and within the crisis situation area can be assumed. Based on the statistical evaluation of the transport experiment carried out on the road (motorway) and on unpaved communications (terrain) respectively recommendations are made in relation to the fastening of cargo.

Keywords: fastening of cargo; inertial forces; acceleration coefficients; emergency supply; transport experiment.

Martin VLKOVSKÝ

Brno, the Czech Republic

Kamil Bednář

Brno, the Czech Republic

SPECIFIKA UPEVNĚNÍ NÁKLADU V RÁMCI NOUZOVÉHO ZÁSOBOVÁNÍ

Článek řeší zvláštnosti upevnění nákladu v krizových situacích během procesu nouzového zásobování. Důraz je položen na krizové situace, kdy je pro účely nouzového zásobování k dispozici omezená dopravní infrastruktura. V uvedených podmínkách lze předpokládat problémy v přepravě nouzových zásob do prostoru krizové situace a v rámci ní. Na základě statistického vyhodnocení přepravního experimentu, který byl proveden na silnici (dálnici), resp. na nezpevněné komunikaci (terénu), jsou předloženy doporučení ve vztahu k upevnění nákladu.

Klíčová slova: upevnění nákladu; setrvačné síly; koeficienty zrychlení; nouzové zásobování; přepravní experiment.

SPECIFIKA UPEVNĚNÍ NÁKLADU V RÁMCI NOUZOVÉHO ZÁSOBOVÁNÍ

Krizová situace je v souladu se zákonem č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení (krizový zákon) a zákonem č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému: *„škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací, narušení kritické infrastruktury nebo jiné nebezpečí, při nichž je vyhlášen stav nebezpečí, nouzový stav nebo stav ohrožení státu“* [Zákon č. 239/2000 Sb.; Zákon 240/2000 Sb.]. K výše uvedenému je třeba doplnit válečný stav, který je upraven (mimo jiné) ústavním zákonem č. 1/1993 Sb., ústavou České republiky.

Krizové situace jsou nedílnou součástí dnešní doby. Při krizových situacích velkého rozsahu je v první řadě nezbytná záchrana životů, majetku a životního prostředí a následná evakuace obyvatel do bezpečí. Pokud není z objektivních důvodů možné zasažené obyvatelstvo evakuovat okamžitě, je nezbytné zajistit zásoby pro jeho přežití a to někdy i po dobu několika dnů.

Se vznikem krizové situace velkého rozsahu je spojena potřeba logistického zabezpečení osob, které se tzv. ocitly v „nesprávný čas na nesprávném místě“ a jejichž přežití mnohdy závisí na způsobu a rychlosti dodání nouzových zásob (především léků, pitné vody, potravin), resp. systému nouzového zásobování.

Vzhledem k tomu, že pitná voda a potraviny představují základní životní potřebu, je této oblasti věnována značná pozornost v příslušných krizových plánech. Na základě krizových plánů mají, kraje (popř. obce) s rozšířenou působností, přehled o kapacitách na svém území a po vzniku krizové situace jsou schopny je na základě krizového zákona (zejména zákona č. 241/2000 Sb., o hospodářských opatřeních pro krizové stavy, ve znění pozdějších předpisů) vymoci od dodavatelů [Zákon č. 241/2000 Sb.]. Nemalou kapacitou nouzových zásob disponuje rovněž stát prostřednictvím Správy státních hmotných rezerv České republiky.

Diskutovanou otázkou je provedení příslušných krizových plánů, které ne vždy odpovídají realitě, resp. předpokládají pouze některé situace. Množství a kapacity prostředků určených k řešení krizové situace zpravidla odpovídají předpokládaným

požadavkům, nicméně ne vždy je řešena procesní stránka dodání, tzn. přeprava do místa krizové situace, popř. přeprava v rámci krizové situace.

Pokud budou brány v potaz běžné krizové situace přírodního charakteru, jako jsou povodně, větrné smrště nebo sněhové kalamity, vyvstává otázka, jakým způsobem jsou schopny záchranné složky postižené a mnohdy zcela odříznuté obyvatelstvo zásobovat a disponují adekvátními prostředky?

V případě krizových situací přírodního charakteru je třeba vzít v úvahu následující omezení, které může zásadním způsobem ovlivňovat způsob a dobu dodání nouzových zásob na místo určení. Limitujícím faktorem pro přepravu zásob – realizaci nouzového zásobování, bude v takovém případě stav silniční sítě, resp. schopnost složek Integrovaného záchranného systému zabezpečit (zprovoznit, obnovit) sjízdnost neurálních komunikací a zajistit požadovaná vozidla (z hlediska typu a počtu) k přepravě nouzových zásob. Částečným řešením může být využití Jednotného systému dopravních informací, kde jsou v průběhu krizové situace shromažďovány informace za účelem zajištění průjezdnosti tras pro složky Integrovaného záchranného systému.

Vhodnost vozidel pro přepravu nouzových zásob v extrémních podmínkách, např. po částečně zaplavených nebo nezpevněných silnicích, při využití objízdných tras, může představovat zásadní problém. Přeprava do místa krizové situace, popř. v rámci ní, je zpravidla zajišťována buď nasmlouvanými dodavateli (nositeli nezbytné dodávky v oblasti přepravy), anebo „svépomocí“ s využitím vlastních dopravních prostředků obce s rozšířenou působností.

Další možností je využití přepravních kapacit neziskových organizací (ADRA, ČCK apod.), v krajních případech je pak vyžadována pomoc Hasičského záchranného sboru. Předpokladem nicméně je, že složky Hasičského záchranného sboru, popř. i vybrané neziskové organizace, budou během krizové situace plnit jiné úkoly.

S výjimkou Hasičského záchranného sboru jsou disponibilní dopravní prostředky zpravidla určeny pro přepravu po běžných komunikacích, nikoliv na nezpevněných komunikacích nebo dokonce v terénu. V takovém případě lze předpokládat, že plánované kapacity dopravních prostředků v extrémních podmínkách (viz výše) budou pouze teoretické. V reálné situaci nebude např. běžný nákladní automobil bez terénních

úprav schopen nouzové zásobování – dodání zásob realizovat. Důvodem je jednak omezená průchodnost terénem, především díky konstrukci vozidla a typu pneumatik, a jednak předpoklad působení výrazně větších setrvačných sil na vozidlo než v rámci silniční sítě.

Pokud budou podmínky přijatelné pro tyto běžně používané nákladní automobily, lze předpokládat problém nejen s působením setrvačných sil (rázů) na vozidlo a jeho konstrukci, ale i na náklad. Náklad je tedy třeba upevnit odlišným způsobem s ohledem na větší velikost předpokládaných setrvačných sil působících při přepravě.

Velikosti setrvačných sil nejsou před zahájením přepravy známy, tzn. využívá se empiricky nebo normativně zjištěných koeficientů zrychlení [Vlkovský et al., Crede Experto, 2016], které tvoří základní komponentu pro výpočet setrvačných sil v jednotlivých osách (x , y nebo z). Koeficienty zrychlení představují bezrozměrné koeficienty, které udávají velikost rázů prostřednictvím násobku tíhového zrychlení g . Na základě uvedeného lze zapsat:

$$a = c_{x,y,z} \cdot g \quad [\text{ms}^{-2}] \quad (1)$$

kde a je zrychlení (vozidla), c_x , c_y a c_z jsou bezrozměrné koeficienty zrychlení v příslušných osách, které lze zjistit měřením nebo využít příslušnou normu (ČSN EN 12195-1) a g je tíhové zrychlení [ČSN EN 12195-1, 2011].

Setrvačnou sílu, resp. její velikost lze potom určit s využitím druhého Newtonova pohybového zákona:

$$F_{x,y,z} = m \cdot a \quad [\text{N}] \quad (2)$$

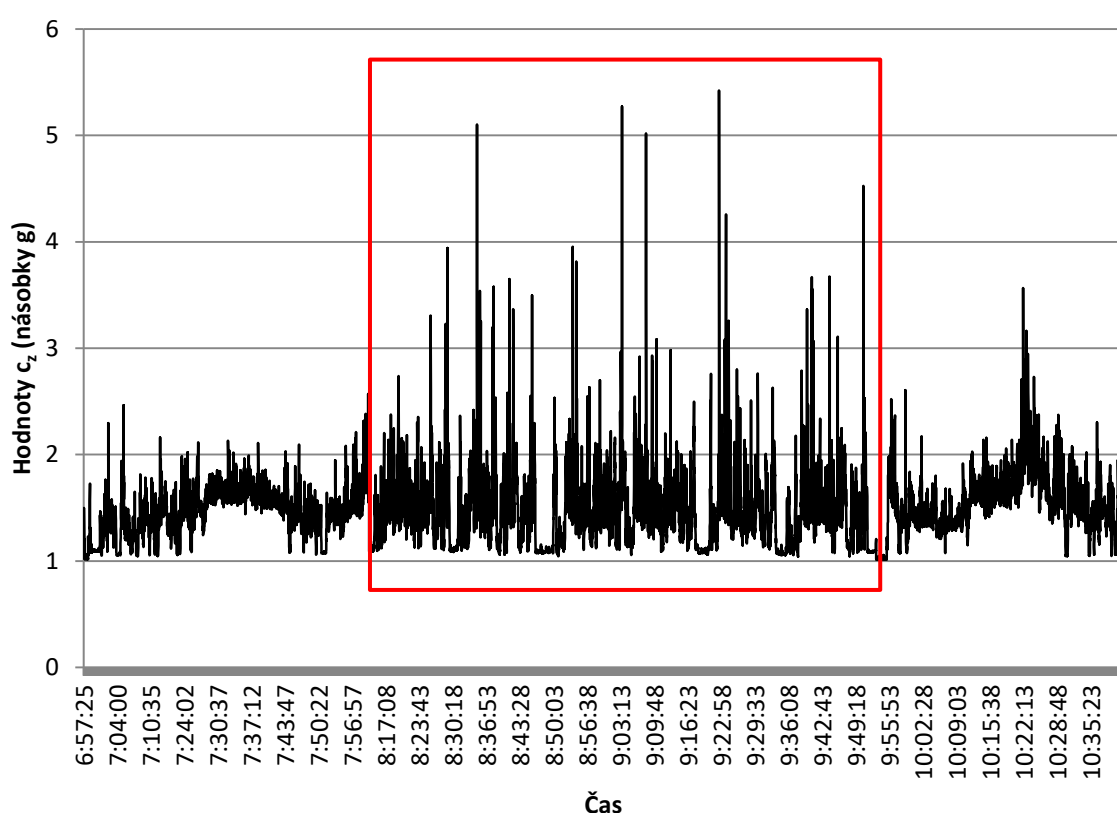
kde F_x , F_y a F_z jsou hledané velikosti setrvačných sil v jednotlivých osách a m je hmotnost nákladu.

Na základě provedených analýz a přepravních experimentů lze konstatovat, že u vybraných statistických charakteristik je signifikantní rozdíl mezi velikostmi koeficientů zrychlení naměřených na běžné komunikaci a na nezpevněné komunikaci (v terénu). Rozdíl je patrný i pouhým okem – viz Obrázek 1.

Z Obrázku 1 jsou uvedeny hodnoty koeficientů zrychlení v ose z naměřené ve dvou extrémních situacích:

- přeprava po silnici – převážně po dálnici (část grafu před a po červeném obdélníku),
- přeprava po nezpevněné komunikaci – v terénu (část grafu ohraničená červeným obdélníkem).

Pro účely statistického vyhodnocení byly naměřeny hodnoty koeficientů zrychlení a z nich zpracovány dva samostatné datové soubory. První soubor, s označením Soubor 1, byl vytvořen z dat naměřených na silnici a druhý, s označením Soubor 2, byl získán na nezpevněné komunikaci (v terénu).



Obr. 1: Hodnoty naměřených koeficientů zrychlení v ose z

Zdroj: [Vlkovský et al., WMCAUS, 2017] – upraveno

Rozsah Souboru 1 – počet naměřených dat na silnici je 6 148 hodnot koeficientů zrychlení a Soubor 2 obsahuje 5 257 hodnot koeficientů zrychlení naměřených na nezpevněné komunikaci (v terénu). K prokázání významných rozdílů mezi oběma typy komunikací (silnicí a terénem) byly zvoleny tři statistické charakteristiky:

- směrodatná odchylka (označení σ_1 pro datový Soubor 1 a analogicky σ_2 pro Soubor 2),
- střední hodnota (označení μ_1 pro datový Soubor 1 a analogicky μ_2 pro Soubor 2),
- pravděpodobnost, že hodnota koeficientu zrychlení překročí normativně stanovenou mez [Vlkovský et al., ICTTE, 2016] (označení θ_1 pro datový Soubor 1 a analogicky θ_2 pro Soubor 2).

Následně byly provedeny statistické testy rovnosti, které prokázaly signifikantní rozdíl u dvou ze tří testovaných statistických charakteristik – viz Tabulka 1.

Tab. 1: Statistické testy rovnosti

Interval spolehlivosti pro	Naměřené hodnoty koeficientů zrychlení								
	<i>x</i>			<i>y</i>			<i>z</i>		
	PE	LB	UB	PE	LB	UB	PE	LB	UB
σ_1/σ_2	0.904*	0.881	0.928	0.914*	0.891	0.938	0.778*	0.758	0.799
$\mu_1-\mu_2$	-0.008	-0.0251	0.0097	-0.013	-0.0305	0.0050	0.008	-0.0028	0.0188
$\theta_1-\theta_2$	-0.0141*	-0.0228	-0.0054	-0.0157*	-0.0307	-0.0007	-0.0156*	-0.0231	-0.0081

PE Odhad parametru

LB Dolní mez 95% intervalu spolehlivosti

UB Horní mez 95% intervalu spolehlivosti

* statisticky významný rozdíl mezi parametry prvního a druhého naměřeného souboru na hladině významnosti 5 %

Zdroj: [Vlkovský et al., WMCAUS, 2017]

Z Tabulky 1 je zřejmé, že se na hladině významnosti 5 %, statisticky významně liší směrodatné odchylky srovnávaných souborů (σ_1 a σ_2). Tzn. statisticky se významně liší variabilita obou souborů. Uvedený závěr platí pro všechny tři osy. Pro ilustraci lze variabilitu obou souborů pozorovat pouhým okem na Obrázku 1 v případě osy *z*.

Střední hodnoty (μ_1 a μ_2) se oproti tomu významně neliší a odhad parametru (PE) leží v definovaných mezích (LB a UB), přestože ve dvou případech dosahuje PE záporných hodnot a v případě osy *z* kladné.

Pravděpodobnosti, že hodnota koeficientu zrychlení překročí normativně stanovenou mez definovanou ČSN EN 12195-1 (θ_1 a θ_2) se, na stejné hladině významnosti, statisticky významně lišila, analogicky jako variabilita souborů. Lze tedy konstatovat, že pravděpodobnost dosažení extrémní hodnoty koeficientu zrychlení v jakékoliv ze tří os – tzn. hodnoty mimo normativně stanovenou mez, je výrazně

pravděpodobnější u Souboru 2 (na nezpevněné komunikaci – v terénu) než u Souboru 2 (na silnici).

Provedené přepravní experimenty prokázaly (např. [Vlkovský et al., ICTTE, 2016; Vlkovský et al., WMCAUS, 2017]), že problematika působení setrvačných sil na náklad je aktuální nejen při běžném provozu na pozemních komunikacích pro civilní dopravce, ale především pro potřeby nouzového zásobování a armádu, případně další bezpečnostní složky. Význam měření a vyhodnocování setrvačných sil, případně alespoň rázů (zrychlení), je především v oblasti bezpečnosti přepravy.

Podle odhadů Dopravního odboru Evropské komise (European Commission Transportation Department) je až 25 % dopravních nehod nákladních automobilů způsobeno nesprávným nebo nedostatečným upevněním nákladu [European Commission, 2014]. Vzhledem k faktu, že se dopravní nehody nákladních automobilů podílí na celkovém počtu nehodových událostí v České republice téměř 49 %, lze odhadovat, že podíl dopravních nehod nákladních automobilů způsobených neodpovídajícím upevněním nákladu na celkovém počtu nehodových událostí v České republice je cca 12 % [Ročenka dopravy, 2015]. Zajímavou skutečností je např. porovnání velmi diskutované problematiky dopravních nehod způsobených pod vlivem alkoholu, které stojí v České republice paradoxně „pouze“ za 9 % všech dopravních nehod. I přes určité rozdíly mezi zeměmi, je situace obdobná i v rámci Evropské unie [Ročenka dopravy, 2015].

Předmětem dalšího výzkumu by mělo být vyhodnocení nehodovosti a přijetí příslušných opatření [Vlkovský a Vlachová, KBO, 2017]. Význam takového vyhodnocení bude neméně významný v případě bezpečnostních složek, které si vedou vlastní statistiky, s důrazem na přepravu nebezpečných věcí (např. munice [Šilinger et. al., 2015]).

S rozvojem nových technologií využívají subjekty dopravního trhu (dopravci, zasilatelé apod.) stále častěji akcelerometry pro zjištění skutečných rázů (zrychlení) při přepravě. Zajištění hodnot koeficientů zrychlení v určitém pásmu, v absolutní hodnotě – pod stanovenou horní mezí, se již objevuje i jako součást smluvního ujednání o přepravě věcí (nákladu).

Předmětem dalšího výzkumu bude naměření dalších hodnot koeficientů akcelerace s důrazem na odlišnosti mezi typy komunikací (např. rozdíly mezi dálnicemi, silnicemi daných tříd apod.) a nezpevněnými komunikacemi (terénem).

Následně využít vhodné metody vědecké práce pro statistické vyhodnocení získaných datových souborů (např. [Grzesica, D. et al., ICTTE, 2016; Grzesica, D. et al., WMCAUS, 2016]) a předložení doporučení. Předpokladem je diskuze o vhodnějším nastavení normativně stanovených hodnot koeficientů zrychlení s rozlišením typů komunikací, případně dalších rozdílů souvisejících s přepravou (např. způsobu upevnění, jízdního stylu řidičů).

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

Literární zdroje

1. Zákon č. 239/2000 Sb., *o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů*, ve znění pozdějších předpisů.
2. Zákon č. 240/2000 Sb., *o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon)*, ve znění pozdějších předpisů.
3. Zákon č. 241/2000 Sb., *o hospodářských opatřeních pro krizové stavy a o změně některých souvisejících zákonů*, ve znění pozdějších předpisů.
4. 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.
5. European Commission. *Road Safety: Best practice guidelines on cargo securing and abnormal transport*. Publications Office of the European Union: Luxembourg; 2014. 96 p. DOI: 10.2832/69096
6. *Ročenka dopravy České republiky 2015*. [online]. 2015. [vid. 2017-07-29]. Dostupné z WWW: <https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2015/index.html>.
7. Grzesica, D. *Identification of the cyclical component in modeling road accidents*. In Olja Čokorilo (ed.), *Third international conference on traffic and transport engineering – ICTTE Proceedings*. Serbia, Belgrade, p. 964-970, 2016.
8. Grzesica, D.; Wiecek, P. *Advanced Forecasting Methods Based on Spectral Analysis*. In: WMCAUS Procedia Engineering. Czech Republic, Prague, p. 256-258, 2016.

9. Šilinger, K. et. al. *The evidence of ballistic characteristics of artillery ammunition using barcodes within the automated system of artillery fire control*. Czech Military Review, 24 (56), No. 4, p. 38-46, 2015. ISSN 1210-3292.

10. Vlkovský, M.; Šmerek, M.; Michálek, J. *Cargo Securing during Transport depending on the Type of Road*. In: World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium – Procedia Engineering (WMCAUS 2017). Czech Republic, Prague, 2017

11. Vlkovský, M. et al. *Upevňování nákladu na vojenských nákladních vozidlech – přepravní experiment*. Crede Experto: transport, society, education, language, 2016, No. 4 (11). ISSN 2312-1327.

12. Vlkovský, M. et. al. *The Cargo Securing Based on European Standards and its Applicability in Off-road Transport Conditions*. In: In Olja Čokorilo (ed.), Third international conference on traffic and transport engineering – ICTTE Proceedings. Serbia, Belgrade, p. 603-607, 2016.

13. Vlkovský, M.; Vlachova, H. *Cargo Securing and Accident Rate in the Army of the Czech Republic*. In: The 23rd International Conference The Knowledge-Based Organization: Applied Technical Sciences and Advanced Applied Technical Sciences and Advanced Military Technologies (KBO 2017). Romania. Sibiu, p. 148–154, 2017.