



VYHODNOCENÍ REÁLNÝCH ZÁZNAMŮ JÍZDY K ZÁSAHŮM Z POHLEDU DYNAMIKY JÍZDY

EVALUATION OF REAL EMERGENCY DRIVING RECORDS IN TERMS OF DRIVING DYNAMICS

LADISLAV JÁNOŠÍK, IVANA JÁNOŠÍKOVÁ, KAROLINA JONOVÁ, VÍTEŽSLAV
NOVÁČEK, PAVEL POLEDŇÁK, IZABELA ŠUDRYCHOVÁ

ABSTRACT: *The paper briefly informs about the content, solution procedures, and selected results of the student grant competition project entitled "Verification of driving characteristics of firefighting vehicles of type water tender" (Id. No. SP2021/58). It summarizes the results of one of the two main project objectives, which is an evaluation of the emergency driving records of selected emergency firefighting vehicles of the type of water tenders with a focus on driving dynamics.*

KEYWORDS: *Firefighting vehicles. Longitudinal acceleration. Lateral acceleration.*

ÚVOD

Reálné záznamy z jízdy k zásahům byly pořizovány v rámci řešení projektu „Bezpečná jízda zásahové požární techniky k zásahu“ (id. č. VH20182021035) na základě smlouvy mezi smluvními stranami Česká republika – Ministerstvo vnitra a Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava a interního grantu specifického výzkumu realizovaného na Vysoké škole báňské – Technické univerzitě Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství s názvem „Ověřování jízdních vlastností vozidel druhu CAS“ (id. č. SP2021/58). V rámci obou projektů byly zakoupeny identické telemetrie VBOX od společnosti Racelogic (VBOX Motorsport, 2020), které byly použity při sběru primárních dat o výjezdové činnosti vybraných zásahových požárních automobilů druhu CAS.

1. VÝBĚR POŽÁRNÍ TECHNIKY

Rozbor a výběr krajů Hasičského záchranného sboru České republiky a požární techniky pro sledování vycházel z řešení předchozího interního grantu specifického výzkumu s názvem „Bezpečná jízda zásahové požární techniky k zásahu“ (id. č. SP2019/8). Do vyhodnocení byly navrženy zásahové požární automobily druhu CAS (CAS - cisternová automobilová stříkačka), dislokované na hasičských stanicích Brno-Lidická, Znojmo, Zlín, Valašské Meziříčí, Ostrava a Nový Jičín. V úvodu byl proveden výběr vhodné požární techniky pro sledování s primárním zaměřením na vozidla prvního výjezdu. Druhým kritériem bylo rovnoměrně vybrat vozidla v provedení se silničním (4x2) a smíšeným (4x4) podvozkem. Výsledky výběru jsou shrnuty v Tabulce 1.

Na tomto vzorku vozidel započala v únoru 2019 ta část práce na projektech, která představovala sběr primárních dat z výjezdové činnosti vybrané požární techniky. Vozidla TATRA 815 ze stanice Nový Jičín jsou zde uvedena všechna tři proto, že se střídala v určitých časových intervalech v zařazení na pozici 1. vozu, 2. vozu anebo 3. vozu (záloha), a i telemetrie zde byla vždy umísťována a přemísťována na vozidlo zařazené na prvním výjezdu (1. vůz).

Od února 2019 až do listopadu 2020 byly obě telemetrie postupně umísťovány na vybraná vozidla. Z pořizovaných záznamů byla data vyhodnocována s cílem zjistit a následně porovnat zaznamenané hodnoty podélných zrychlení při rozjezdech a brždění na rovných úsecích komunikací a příčných (dostředivých) zrychlení při průjezdu zatáčkami. Druhým zdrojem primárních dat do vyhodnocení byly provozní deníky sledovaných vozidel poskytnuté příslušnými techniky na krajských odděleních strojní služby příslušných spolupracujících krajů (BALCÁREK, 2018), (JEŽEK, 2018), (KUCZAJ, 2018). Z těchto dokumentů byla získána a následně vyhodnocována data o provozu vybraných vozidel,

zejména se zaměřením pouze na výběr jízd k zásahu za účelem následného vyfiltrování a synchronizování s pořízenými záznamy z telemetrie.

Tabulka 1 Seznam vybrané požární techniky (zdroj: zpracovali autoři na základě BALCÁREK, 2018, JEŽEK, 2018, KUCZAJ, 2018)

Stanice	Požární označení	Tovární značka	RZ	Zařazení
Brno Lidická	CAS 24/3000/180-M1T	MAN TGM 15.280 4x2 BL	5B0 7058	1. vůz
Znojmo	CAS 20/4000/240-S2T	SCANIA P440 CB 4x4	5B8 0727	1. vůz
Zlín	CAS 24/2500/250-M1T	Renault Midlum 270.15/14 4x2	1Z7 6958	2. vůz
Valašské Meziříčí	CAS 24/2500/250-M2T	Renault Midlum 270.14 P 4x4	2Z6 2647	2. vůz
Ostrava Fifejdy	CAS 20/2700/200-S1T	Mercedes-Benz Econic 1833 LL 4x2	6T8 9895	1. vůz
Nový Jičín	CAS 20/4000/240-S2T	TATRA 815-2 TerrNo1 4x4	9T5 2243	1. vůz
	CAS 20/4000/240-S2T	TATRA 815-2 TerrNo1 4x4	9T5 2230	2. vůz
	CAS 20/4000/240-S2T	TATRA 815-2 TerrNo1 4x4	9T5 2231	3. vůz

Vyhodnocování probíhalo dvojím postupem. První způsob využíval firemní software VBox Test Suite (dále jen VTS), který ze zaznamenané polohy vozidla a času vypočítává okamžité hodnoty rychlosti a podélných a příčných zrychlení. Za celou jízdu lze podle vlastního výběru uživatelem stanovit hodnoty průměrné, maximální, minimální a směrodatnou odchylku sledovaných parametrů ve vybraném intervalu pozorování (RACELOGIC Support Centre, 2018). Druhý způsob spočíval ve vlastním vyhodnocení zaznamenaných okamžitých hodnot v prostředí MS Excel. Zde byly statisticky vyhodnocovány četnosti výskytu hodnot podélných a příčných zrychlení, zejména se zaměřením na četnosti jejich výskytu.

2. TEORETICKÉ ZÁKLADY VYHODNOCENÍ JÍZDNÍ DYNAMIKY

Vyhodnocení jízdní dynamiky bylo zaměřeno na podélné a příčné akcelerace sledovaných vozidel při reálných jízdách k zásahům. Použitá telemetrie VBOX a firemní software VTS umožňuje ze zaznamenaných dat o poloze vozidla v reálném čase vypočítat okamžité hodnoty rychlosti v , podélné akcelerace a_x a příčné akcelerace a_y . Ve výsledcích výpočtu ve firemním software jsou tyto hodnoty označovány v originále jako a_x - Longitudinal acceleration (g) a příčná akcelerace a_y - Lateral acceleration (g) v jednotkách násobků gravitačního zrychlení. Podélná akcelerace se uplatňuje při rozjezdu (nabývá kladné hodnoty) a brždění (záporné hodnoty) vozidla v přímém směru jízdy. Příčná akcelerace charakterizuje jízdu v oblouku. Tyto dva parametry určují ve výsledcích základní silová působení mezi vozidlem a komunikací a uplatňují se ve výpočtu setrvačných sil podle rovnice:

$$F_{x,y} = m \cdot a_{x,y} \quad (1)$$

Kde: m [kg] - hmotnost vozidla.

Příčnou akceleraci a_y do rovnice (1) pro jízdu v kruhovém oblouku lze vypočítat podle rovnice:

$$a_y = \frac{v^2}{R} \quad (2)$$

Kde: v [m/s] – rychlost,

R [m] je poloměr trajektorie těžiště vozidla při průjezdu obloukem (HALLIDAY & kol., 1997).

Podélnou akceleraci a_x a příčnou akceleraci a_y lze také vypočítat podle rovnice:

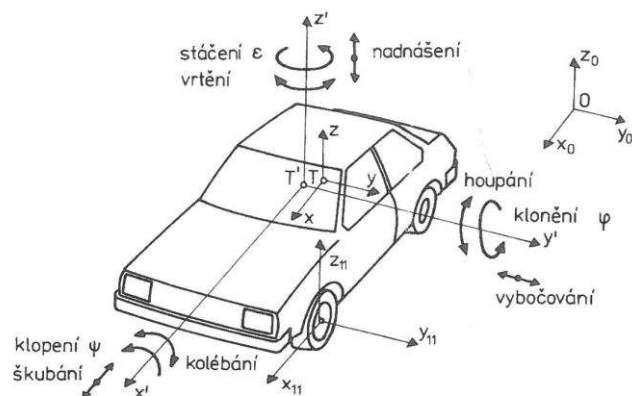
$$|a_{x,y}| = g \cdot \mu_{x,y} \quad (3)$$

Kde: $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ - gravitační zrychlení,

μ_x - součinitel adheze v podélném směru,

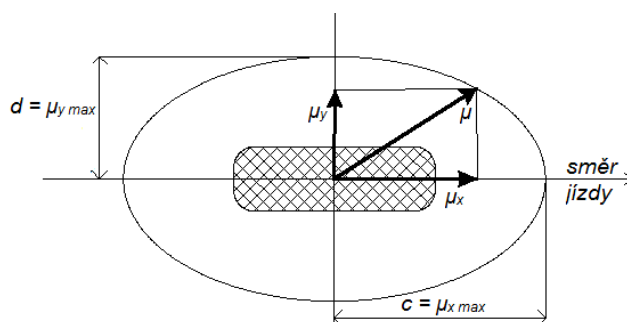
μ_y - součinitel adheze v příčném směru.

Zde použité označení os a pohyb vozidla vychází z definic podle (VLK, 2000). Pohyb vozidla na Obrázku 1 lze popsat v kartézském souřadném systému, kde kladná osa x je ve směru pohybu vozidla. Počátek pohybu celého vozidla v osách x, y, z je v těžišti T celého vozidla.



Obrázek 1 Souřadné systémy k vyjádření pohybů vozidla (VLK, 2000)

Oba součinitele adheze charakterizují adhezní sílu ve styku pneumatiky s komunikací, která je využita při rozjezdu a brždění ve směru podélném (osa x) a na boční vedení ve směru kolmém (osa y). V odborné literatuře (BRADÁČ & kol., 1999) se rozdělení obou složek adheze zobrazuje tzv. adhezní elipsou (viz Obrázek 2).



Obrázek 2 Adhezní elipsa (BRADÁČ & kol., 1999)

Elipsa určuje součtovou adhezi, kterou lze maximálně využít při jízdě v požadovaném směru. Je závislá na okamžité rychlosti a daném poloměru trajektorie těžiště vozidla při jízdě v oblouku. Vektorový součet podélné a příčné adheze udává velikost využitelné adheze na styk kola vozidla s komunikací. Jestliže při jízdě využijeme adhezi na maximum při krizovém brždění, potom nezůstane téměř nic na vedení kola v příčném směru, tedy na případný vyhýbací manévr. Obdobně, pojedeme-li v oblouku rychlostí, která se bude blížit mezní rychlosti pro překlopení, bude adheze využita na překonání odstředivé síly vyvoláním reakční dostředivé síly a na brždění nám nezbude téměř nic. Pokud začneme brzdit, vozidlo začne nekontrolovatelně projíždět zatáčku větším poloměrem a vyjede ze svého směru jízdy do protisměru (v pravotočivé zatáčce) nebo mimo komunikaci (v levotočivé zatáčce).

3. PŘÍKLADOVÝ POSTUP VYHODNOCENÍ JÍZDNÍ DYNAMIKY

Pro analýzu bylo vybráno ze všech pořízených záznamů za roky 2019 a 2020 z jízdy k zásahům sledovaných vozidel (viz Tabulka 1) pouze 117 jízd k zásahu, jelikož všechna zaznamenaná data představují velký objem primárních dat. V Tabulce 2 je uvedeno rozložení analyzovaných záznamů na jednotlivé hasičské stanice s uvedením období, ze kterého byly záznamy vybírány. Data byla analyzována i z pohledu času jízdy. Jízda přes den byla v intervalu od 7:00 do 18:00, jízda v noci byla od 18:00 do 7:00.

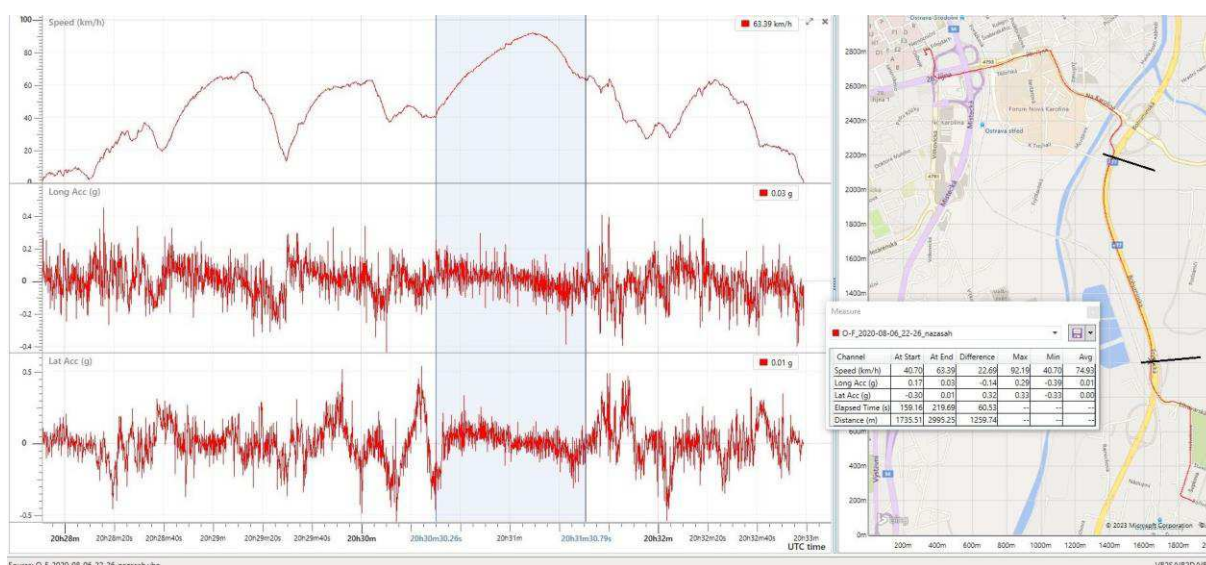
Vyhodnocení reálných záznamů při jízdě na místo zásahu bylo zaměřeno na zjištění hodnot podélné a příčné adheze. Nejprve je třeba konstatovat, že v průběhu sledování se vybraná vozidla při jízdách k zásahu nedostala do extrémní krizové situace, která by vyústila v překročení hodnoty součtové adheze a tím ztráty kontroly nad řízením vozidla. Vlastní vyhodnocování zaznamenaných dat o jízdách sledovaných vozidel bylo primárně založeno na rozdělení tras na dvě části:

- jízda ve městě,
- jízda mimo město po okružních komunikacích charakteru rychlostní silnice nebo dálnice.

Tabulka 2 Počty analyzovaných záznamů (zdroj: zpracovali autoři)

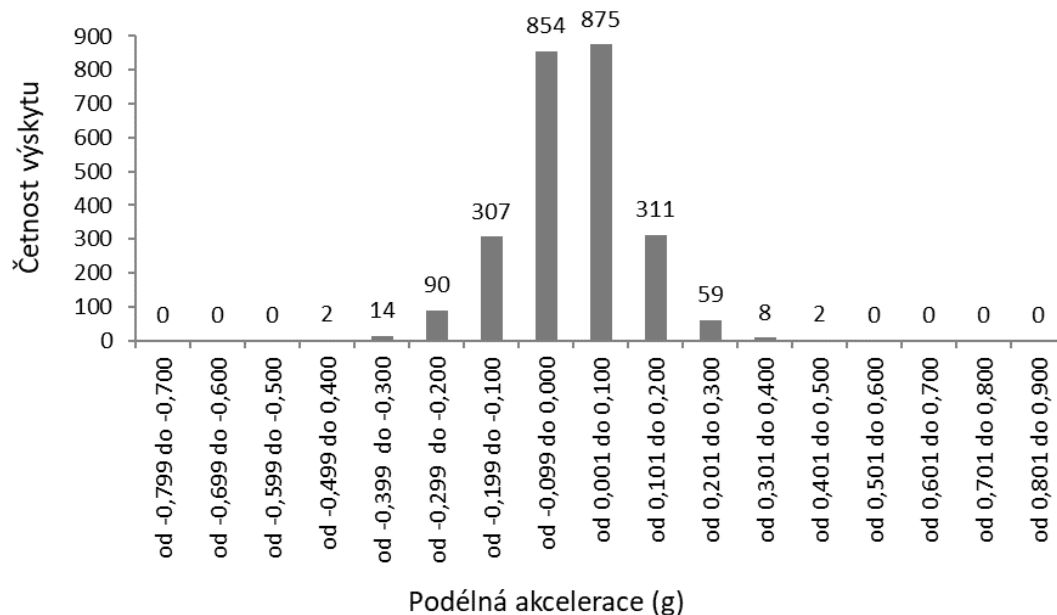
Stanice	Jízdy přes den	Jízdy v noci	Časové období (měsíc/rok)
Brno	6	8	04 až 05/2019
Znojmo	6	5	04/2019
Ostrava - Fifejdy	22	12	08 až 09/2020
Nový Jičín	19	12	09 až 11/2020
Zlín	7	5	05 až 06/2019
Valašské Meziříčí	8	7	05 až 08/2019
Celkem	68	49	

Postup vyhodnocování a jeho výsledky jsou dále ilustrovány na výjezdu ze stanice Ostrava-Fifejdy dne 6. 8. 2020 v čase výjezdu 22:26 hod s cílem na ul. Bořivojova, Ostrava-Kunčičky, kdy část jízdy byla po okružní komunikaci. Jednalo se o ulice Bohumínská a Frýdecká (silnice č. 477), která má v každém směru dva jízdní pruhy a jeden odstavňový pruh, vše odděleno středovým pásem svodidel. Příčný profil rozměrově odpovídá rychlostní komunikaci podle ČSN 73 6101 - Projektování silnic a dálnic. Záznam z výjezdu byl vyfiltrován z celkového pořízeného záznamu zdrojových dat za určitý časový úsek. Je graficky zachycen na Obrázku 3. Na ose x je koordinovaný světový čas (UTC - Coordinated Universal Time). Na ose y jsou rychlost (Speed), podélné zrychlení (Long Acc) a příčné zrychlení (Lat Acc). V prostředí firemního software byl tento záznam dále rozdělen na dva samostatné úseky jízdy, jízdu ve městě a jízdu po okružní komunikaci. Modrým probarvením je v části grafu označen úsek jízdy po okružní komunikaci. Na mapové části je tento úsek jízdy ohraničen černými čarami. V tabulce jsou pro tento úsek uvedeny vypočtené průměrné hodnoty, maximální a minimální sledované hodnoty. Následně byla z těchto záznamů data exportována do souboru typu csv a poté importována do prostředí MS Excel, kde proběhlo další vyhodnocení se zaměřením na četnosti výskytu podélných a příčných akcelerací.

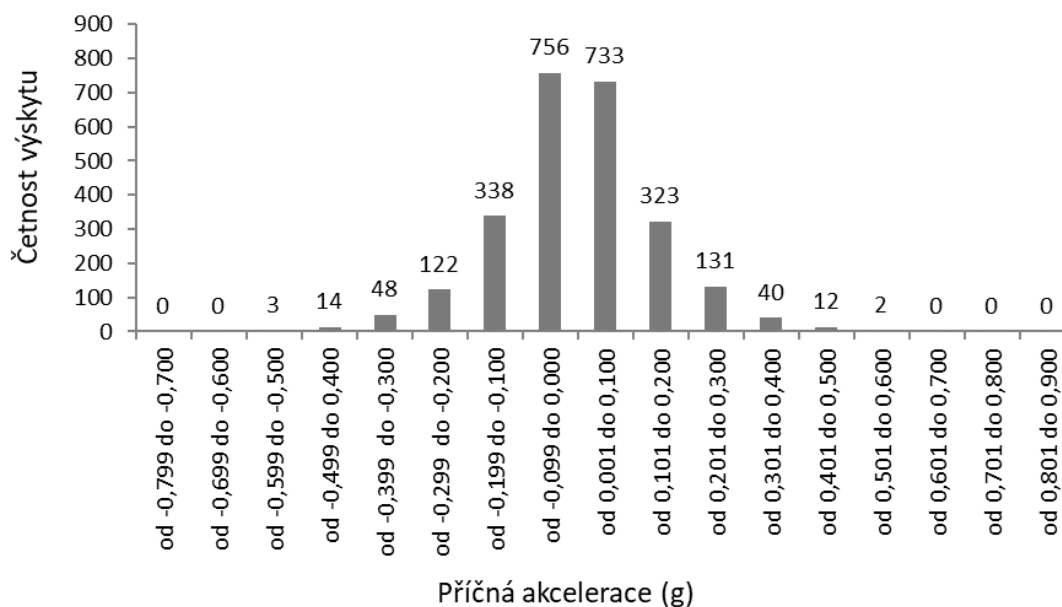


Obrázek 3 Záznam výjezdu z HS Ostrava-Fifejdy ze dne 6. 8. 2020 v čase výjezdu 22:26 (zdroj: zpracovali autoři)

O podélné akceleraci platí, že kladná hodnota charakterizuje zrychlování vozidla, záporná hodnota znamená brždění vozidla. Kladná hodnota příčné akcelerace charakterizuje jízdu levotočivým obloukem, záporná hodnota vyjadřuje jízdu pravotočivým obloukem. Výsledky vyhodnocení četností výskytu akcelerací tohoto konkrétního výjezdu v části jízdy ve městě jsou shrnuty v grafech na Obrázku 4 a 5.



Obrázek 4 Vyhodnocení četností podélné akcelerace – jízda ve městě (zdroj: zpracovali autoři)



Obrázek 5 Vyhodnocení četností příčné akcelerace – jízda ve městě (zdroj: zpracovali autoři)

Z naměřených hodnot byl vypočten jejich aritmetický průměr (avg), maximální zaznamenaná hodnota (max), minimální zaznamenaná hodnota (min) a směrodatná odchylka zaznamenaných hodnot (stdeva), které jsou pro jízdu ve městě shrnuty v Tabulce 3. Pro jízdu po okružní komunikaci jsou tyto hodnoty uvedeny v Tabulce 4. Jsou zde patrné rozdílné extrémní hodnoty akcelerací na obou úsecích jízdy k zásahu, které jsou větší pro úsek jízdy v městské zástavbě.

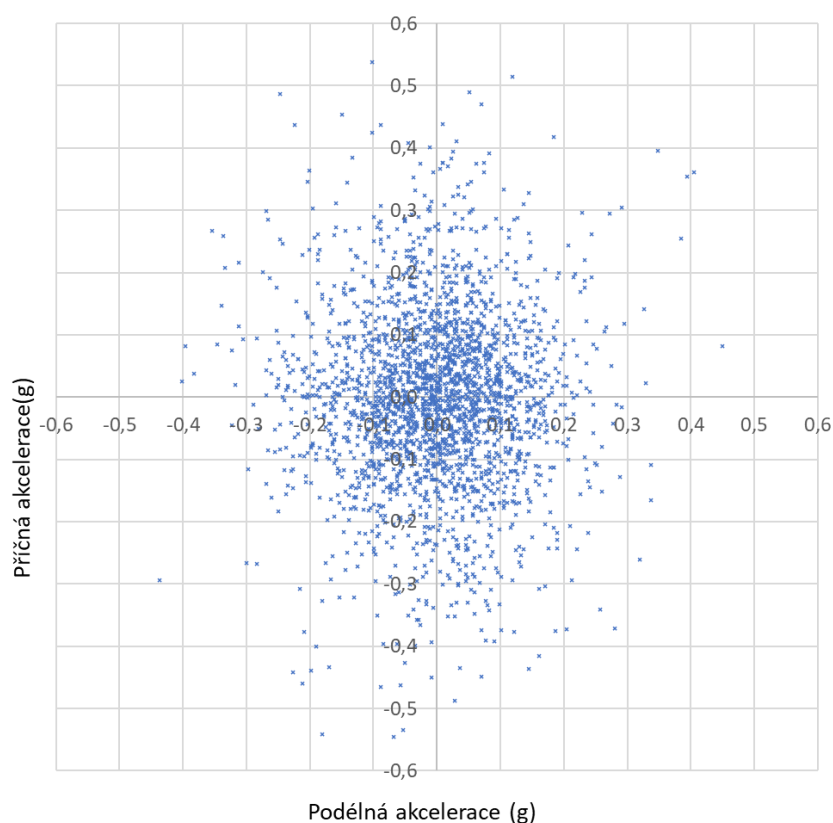
Tabulka 3 Vypočtené charakteristiky – jízda ve městě (zdroj: zpracovali autoři)

	Rychlost (km.h ⁻¹)	Podélná akcelerace (g)	Příčná akcelerace (g)
avg	40,50	-	-
max	68,20	0,45	0,54
min	0,97	-0,44	-0,55
stdeva	18,47	0,11	0,14

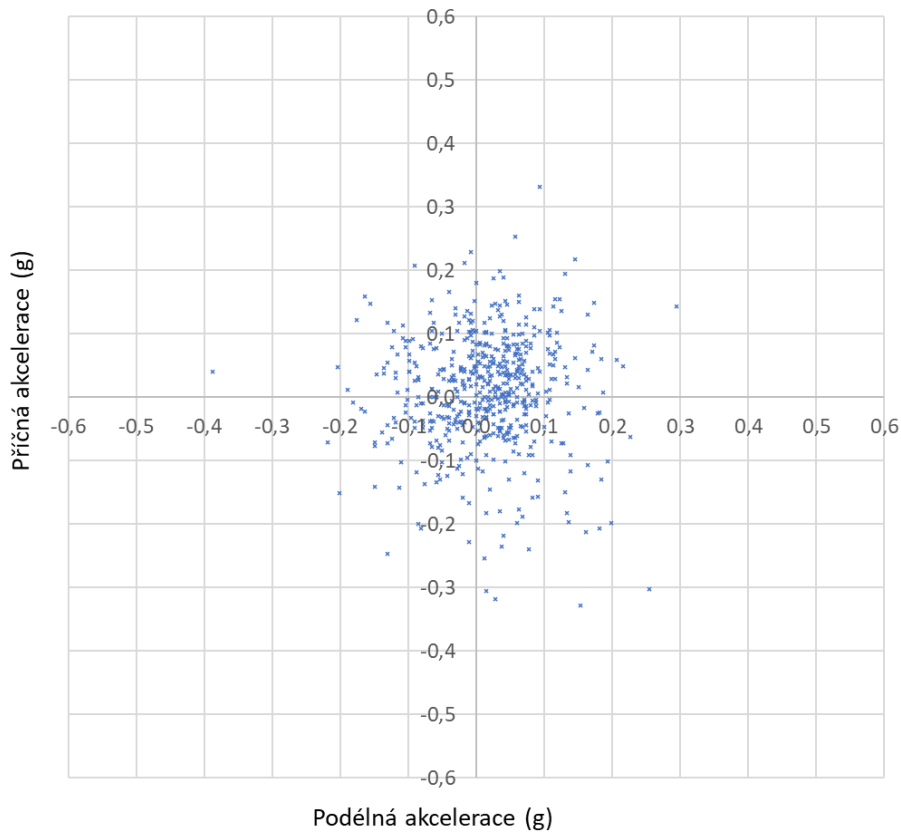
Tabulka 4 Vypočtené charakteristiky – jízda po okružní komunikaci (zdroj: zpracovali autoři)

	Rychlost (km.h ⁻¹)	Podélná akcelerace (g)	Příčná akcelerace (g)
avg	75,74	-	-
max	92,19	0,29	0,33
min	40,13	-0,39	-0,33
stdeva	13,70	0,08	0,09

Pro dokreslení charakteru a rozdílností v těchto úsecích jízdy k zásahu jsou na Obrázku 6 a 7 vyneseny vzájemné závislosti okamžitých hodnot příčné a podélné akcelerace (tzv. adhezní elipsa) pro část jízdy ve městě a část jízdy po okružní komunikaci.



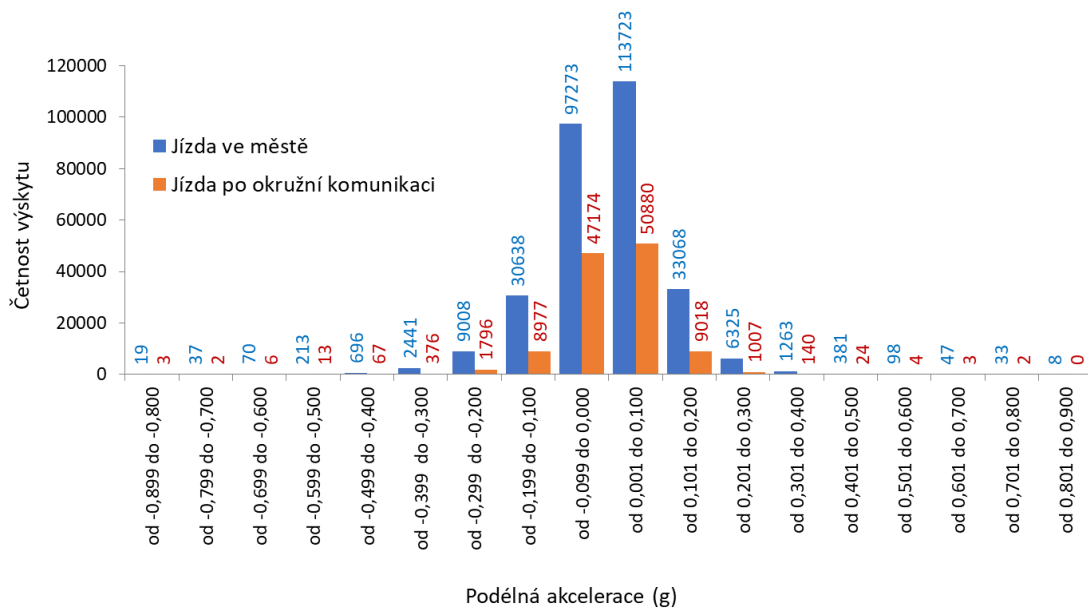
Obrázek 6 Rozložení podélné a příčné akcelerace – jízda ve městě (zdroj: zpracovali autoři)



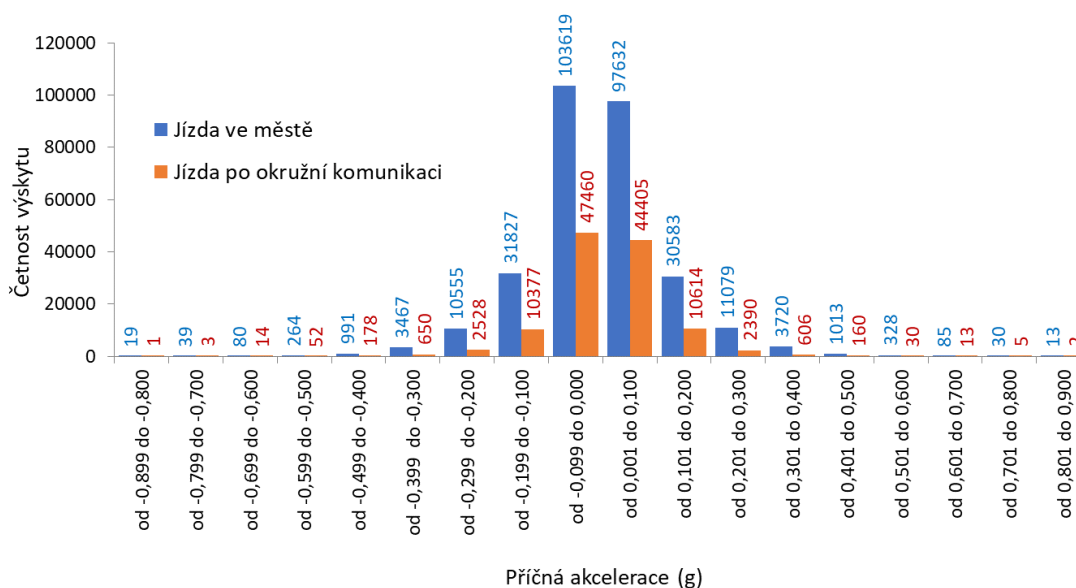
Obrázek 7 Rozložení podélné a příčné akcelerace – jízda po okružní komunikaci (zdroj: zpracovali autoři)

4. SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ

Souhrnné výsledné rozdělení četností výskytu hodnot podélných akcelerací a_x a příčných akcelerací a_y z provedených analýz výjezdů sledovaných vozidel je níže graficky shrnuto na Obrázku 8 a 9.



Obrázek 8 Celkové hodnoty podélné akcelerace (zdroj: zpracovali autoři)



Obrázek 9 Celkové hodnoty příčné akcelerace (zdroj: zpracovali autoři)

Při rozdělení celkových výsledků četnosti výskytu záporné hodnoty podélné akcelerace a_x , která charakterizuje brzdění vozidla, na část jízdy ve městě a na okružní komunikaci nám vyšlo, že z intervalu od -0,200 do -0,899 je 4,3 % naměřených hodnot při jízdě ve městě. Na okružních komunikacích to je pouze 1,9 % naměřených hodnot. Nejvyšší četnost brzdných manévřů se vyskytovala při jízdě ve městě v denní době a činila 4,4 % naměřených hodnot.

Při rozdělení celkových výsledků četnosti výskytu hodnot příčné akcelerace a_y , která charakterizuje jízdu vozidla po kruhové dráze (v zatáčce) v levotočivém oblouku z intervalu hodnot od 0,200 do 0,900 nám vyšlo, že v průměru 10,6 % naměřených hodnot je při jízdě ve městě. Na okružních komunikacích je to pouze 5,4 % naměřených hodnot. Nejvyšší četnost uvedeného intervalu sledovaných hodnot příčné akcelerace byla opět naměřena při jízdě ve městě v denní době a činila 10,9 % z naměřených hodnot. Na okružních komunikacích to bylo 6,1 % naměřených hodnot. Výsledné rozdělení podílu četností výskytu příčné akcelerace z intervalu absolutních hodnot od 0,200 do 0,900 v jednotkách gravitačního zrychlení g je uvedeno v Tabulce 5.

Tabulka 5 Výsledné podíly četností výskytu příčné akcelerace (zdroj: zpracovali autoři)

	Jízda v levotočivém oblouku	Jízda v pravotočivém oblouku
Denní doba, jízda ve městě	5,33	5,59
Denní doba, jízda po okružní komunikaci	3,24	2,88
Noční doba, jízda ve městě	4,99	5,25
Noční doba, jízda po okružní komunikaci	2,29	2,37

Pro vyhodnocení brzdných drah a podélných akcelerací z výjezdové činnosti byl zvolen interval -0,200 až -0,899, který se kolektivu autorů při testování na polygonech potvrdil jako správný. Nejnižší průměrná hodnota podélné akcelerace byla -0,274 (ŠUDRYCHOVÁ & kol., 2022), (JÁNOŠÍK & kol., 2022a), (JÁNOŠÍK & kol., 2022b).

Při vyhodnocování reálných zásahů nebylo potvrzeno zjištění z testování zásahových požárních automobilů druhu CAS na cvičných polygonech a letišti v průběhu roku 2021 (viz Tabulka 6), kdy při jízdě v levotočivém kruhu bylo dosahováno o něco málo vyšších rychlostí i příčných akcelerací než při jízdě v pravotočivém kruhu (ŠUDRYCHOVÁ & kol., 2022), (JÁNOŠÍK & kol., 2022a), (JÁNOŠÍK & kol.,

2022b). Přitom tyto testovací jízdy vždy a zásadně začínaly jízdou v levotočivém kruhu. Důvody pro to byly dva. První byl ten, že se řidič seznámí s testovací úlohou a okrajem vytýčené dráhy. Tu si v několika prvních nehodnocených kruzích nejdříve vyzkouší, než zrychlí na rychlost požadovanou pro provedení testu. Druhým důvodem bylo zajištění bezpečnosti testu. Další příčinou je s velkou pravděpodobností umístění sedadla řidiče na levé straně nad odlehčovaným kolem, které mu dává subjektivní pocit lepšího zvládnutí jízdy, zejména v případech blížících se kritickým rychlostem na mezi klopení. Dalším nezanedbatelným aspektem je i lepší výhled do projížděného levotočivého oblouku než v pravotočivém směru.

Tabulka 6 Výsledné průměrné hodnoty při testování na polygonech a letišti v roce 2021 (JÁNOŠÍK & kol., 2022b).

		Levotočivá zatáčka	Pravotočivá zatáčka
Příčná akcelerace (g)	Avg	0,423	0,399
	Min	0,045	0,234
	Max	0,998	0,488
Rychlost (km.h-1)	Avg	27,80	26,42
	Min	17,40	12,76
	Max	35,57	36,32
Poloměr oblouku (m)	Avg	15,01	14,41
	Min	7,51	5,62
	Max	40,02	42,39

Při testování na uzavřených polygonech bylo sledováno rozdělení četnosti výskytu velikosti příčné akcelerace a_y (g) pro extrémní hodnoty $|a_y| \geq 0,400$ g. Výsledky pro tři nejznámější zástupce podvozkových základů vozidel druhu CAS jsou uvedeny v Tabulce 7. Vysoké hodnoty u vozidla CAS na podvozku Mercedes-Benz Econic jsou dány konstrukcí silničního podvozku, který má těžiště ve výšce 1,11 m, zatímco TATRA má těžiště ve výšce 1,65 m a SCANIA ve výšce 1,49 m.

Tabulka 7 Zastoupení extrémních hodnot příčné akcelerace při testování na polygonech a letišti v roce 2021 (JÁNOŠÍK & kol., 2022b).

Podvozková základna zásahového požárního automobilu	Podíl četnosti výskytu příčné akcelerace a_y (%)	
	Jízda v levotočivé zatáčce	Jízda v pravotočivé zatáčce
SCANIA P440 CB 4x4	48,3	39,3
Mercedes-Benz Econic 1833 LL 4x2	74,8	73,0
TATRA 815-2 TerrNo1 4x4	69,9	62,2

Při vyhodnocování zaznamenaných dat při jízdě k zásahu se zaměřením na úseky jízdy v oblouku bylo rovněž zjišťováno pro porovnání s testováním na cvičných polygonech, jak jsou rozděleny četnosti výskytu velikosti příčné akcelerace a_y (g) pro extrémní hodnoty $|a_y| \geq 0,400$ g. Ve výsledku to bylo pouze 0,39 % četnosti výskytu u 117 analyzovaných výjezdů. Což nám potvrdilo, že řidiči všech sledovaných vozidel, jelikož věděli jaké zařízení mají nainstalováno ve vozidle, projížděli kruhové oblouky na trasách výjezdů na straně bezpečnosti.

ZÁVĚR

Výsledky vyhodnocení jízdy k zásahům a testování na cvičných polygonech by sváděly k doporučení pořizovat si požární automobily, které budou mít nízko položené těžiště a budou si moci dovolit dynamičtější jízdu v městské zástavbě i na okružních komunikacích. To splňují jen silniční podvozky. Jejich nasazení končí při jízdě v terénu anebo v zimním období. Při převládajícím pořizování vozidel s pohonem 4x4 na smíšených podvozcích je nutno přizpůsobit dynamiku jízdy k zásahu jejich technickým možnostem. Nejzávažnější, hasičem - řidičem zaviněné, dopravní nehody vozidel druhu CAS při jízdě k zásahu za roky 2020 až 2022 v České republice byly u vozidel TATRA a SCANIA.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu „Bezpečná jízda zásahové požární techniky k zásahu“ (id. č. VH20182021035) na základě smlouvy mezi smluvními stranami Česká republika – Ministerstvo vnitra a Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava a interního grantu specifického výzkumu realizovaného na Vysoké škole báňské – Technické univerzitě Ostrava, Fakultě bezpečnostního inženýrství s názvem „Ověřování jízdních vlastností vozidel druhu CAS“ (ev. č. SP2021/58).

LITERATURA

- BALCÁREK, V. (2018) Osobní konzultace a export karet techniky a provozních deníků vozidel z IKIS II. Hasičský záchranný sbor Zlínského kraje, Krajské ředitelství Zlín, Oddělení IZS a služeb, Přílucká 213.
- BRADÁČ, A. a kol. (1999). Soudní inženýrství. Akademické nakladatelství CERM.
- ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic. Český normalizační institut. (2004) Praha. 126 s. ICS: 93.080.10 69709
- HALLIDAY, David, RESNICK, Robert, WALKER, Jearl. (1997) Fundamentals of Physics. Fifth Edition Extended. Hoboken: John Wiley and Sons.
- JÁNOŠÍK Ladislav, JÁNOŠÍKOVÁ Ivana, POLEDŇÁK Pavel, ŠUDRYCHOVÁ Izabela. (2022a) Vyhodnocení součinitele adheze vybraných pneumatik pro zásahový požární automobil. 2022, Krizový manažment. 2022, Vol. 21, Issue 2, 18-27. ISSN 1336-0019. <https://doi.org/10.26552/krm.C.2022.2.18-27>
- JÁNOŠÍK Ladislav, POLEDŇÁK Pavel, ŠUDRYCHOVÁ Izabela, JÁNOŠÍKOVÁ Ivana, VLČEK Petr, JONOVÁ Karolína, NOVÁČEK Vítězslav. (2022b) Evaluation of Records from Driving Dynamics Testing on Training Polygons. Transactions of the VSB – Technical University of Ostrava, Safety Engineering Series. 2022, vol. 17, Issue 2, 1-13. ISSN 1805-3238. <https://doi.org/10.35182/tses-2022-0004>
- JEŽEK, B. (2018) Export dat z informačního systému IKIS II, modul ISV 5.0 Strojní služba. Detail techniky - Technika. CAS20/4000/240-S2T, RZ: 5B8 0727. Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje, Krajské ředitelství, Zubatého 1, Brno.
- KUCZAJ, J. (2018) Osobní konzultace a export karet techniky a provozních deníků vozidel z IKIS II. HZS Moravskoslezského kraje, Krajské ředitelství Ostrava, Oddělení IZS a služeb, Výškovická 40.
- RACELOGIC Support Centre. (2018) Software VBOX Test Suite. [online]. 2018 [cit. 2019-12-18]. Dostupné z: https://en.racelogic.support/01VBOX_Automotive/03Software_applications/VBOX_Test_Suite
- VBOX Motorsport. (2020) PerformanceBox. [online]. 2018 [cit. 2018-11-07]. Dostupné z: <https://www.vboxmotorsport.co.uk/index.php/en/products/performance-meters/performancebox>
- VLK, F. (2000). Dynamika motorových vozidel. Nakladatelství a vydavatelství VLK.
- ŠUDRYCHOVÁ, I., JONOVÁ, K., POLEDŇÁK, P., JÁNOŠÍK, L., JÁNOŠÍKOVÁ, I. (2022) Driving Dynamics Study in Firefighting Vehicles Drivers Training on a Training Polygon. Chemical Engineering Transactions. 90, s. 523-528. ISSN 2283-9216. <https://doi.org/10.3303/CET2290088>

Ladislav Jánošík - 1, Ing., Ph.D.

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Lumírova 13, 700 30 Ostrava-Výškovice
e-mail: ladislav.janosik@vsb.cz

Ivana Jánošíková - 2, Ing., Ph.D.

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ekonomická fakulta, Sokolská třída 33, 701 21 Ostrava 1
e-mail: ivana.janosikova@vsb.cz

Karolina Jonová - 3, Ing.

Hasičský záchranný sbor Královéhradeckého kraje, U Přivozu 122/4, Hradec Králové
e-mail: jonova.karolina@gmail.com

Vítězslav Nováček - 4, Ing.

Hasičský záchranný sbor podniku Jaderná elektrárna Dukovany, Dukovany 269
e-mail: novajda95@gmail.com

Pavel Poledňák - 5, prof., Ing., PhD.

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Lumírova 13, 700 30 Ostrava-Výškovice
e-mail: pavel.polednak@vsb.cz

Izabela Šudrychová - 6, Ing.

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Lumírova 13, 700 30 Ostrava-Výškovice
e-mail: izabela.sudrychova@vsb.cz
