

BRZDĚNÍ JÍZDNÍCH SOUPRAV
BRAKING OF TRUCK - TRAILERS

Haring Andrej¹⁴

ABSTRAKT:

Tématem příspěvku je brzdění jízdních souprav v kritických jízdních situacích a jejich vliv na vznik a průběh kolizního děje.

V rámci tematického zaměření příspěvku budou popsány vzájemné možnosti konfigurací brzdových soustav tažného a přípojného vozidla a jejich vliv na průběh brzdění. Další část příspěvku bude zaměřena na problematiku technického stavu brzdové soustavy tažného a přípojného vozidla a jeho vliv na průběh brzdění v kritických jízdních situacích. Jednotlivé tematické celky budou obsahovat teoretickou část a také praktické ukázky.

ABSTRACT:

Topic of contribution is braking of truck-trailer combinations in critical driving situations and effect to origin of collision process.

Within thematic focus of contribution will be described possibilities of brake systems configurations truck and trailer and their influence to brake process. Next part of contribution is focused on effect of technical state of brake system for truck and and trailer and its influence on the course of braking in critical situation. Each thematic units will contain theoretical and practical pattern.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Jízdní souprava, Brzdová soustava, Technický stav, Konvenční brzdový systém, Elektronický brzdový systém, Kotoučové brzdy, Bubnové brzdy

KEYWORDS:

Truck-trailer combination, Brake systém, Technical status, Conventional brake systém, Electronic brake systém, Disc brakes, Drum brakes

1 ÚVOD

Tématem příspěvku je brzdění jízdních souprav a vliv jednotlivých parametrů na průběh brzdění a stabilitu. Jednotlivé tematické celky jsou rozděleny na teoretickou část a na praktickou část. Zejména v praktické části budou uvedeny ukázky metodiky zjištění potřebných parametrů při analýze některých konkrétních dopravních nehod.

2 BRZDĚNÍ JÍZDNÍCH SOUPRAV

2.1 Úvod do problematiky

Jízdní souprava se skládá ze dvou vzájemně propojených, ale z pohledu vyvození brzdného účinku nezávislých brzdových soustav. Jedná se o brzdovou soustavu tažného vozidla a

¹⁴ Haring Andrej Ing., TRUCK CONSULT s.r.o., Liberec, Strakonická 122, tel: 725 703 710, e-mail: andrej.haring@truckconsult.cz

brzdovou soustavu přípojného vozidla. Vzájemné zesoulazení brzdného účinku těchto dvou brzdových soustav ovlivňuje:

- Celkovou brzdnou dráhu jízdní soupravy při brzdění
- Stabilitu jízdní soupravy při brzdění

Brzdová soustava tažného vozidla dle požadavků předpisu EHS č. 13 plní kromě jiného tyto požadavky:

- Zabezpečuje pro brzdovou soustavu přípojného vozidla potřebné množství vzduchu v požadovaném tlaku
- Zabezpečuje dodávku vzduchu také v průběhu brzdění
- Zabezpečuje přenos brzdného požadavku řidiče (tlakový, nebo CAN signál)

Na Obr.č. 1 je zobrazen základní model vzájemné komunikace brzdových soustav tažného a přípojného vozidla.



Obr. 1 – Komunikace brzdových soustav tažného a přípojného vozidla

Fig. 1 – Communication of brake system of truck and trailer

Brzdová soustava tažného a přípojného vozidla z hlediska koncepce nemusí být totožná. Tažné a přípojně vozidlo může být nezávisle vybavené konvenční brzdovou soustavou, nebo elektronickou brzdovou soustavou (EBS). Koncepce brzdových soustav mají výrazný vliv na průběh brzdění a stabilitu jízdní soupravy zejména v kritických situacích.

2.2 Koncepce brzdových soustav tažného a přípojného vozidla

Brzdové soustavy z hlediska koncepce rozdělujeme na:

- Konvenční brzdové soustavy
- Elektronické brzdové soustavy (EBS)

U konvenčních brzdových soustav je brzdný účinek regulován na základě změn tlaku vzduchu (tlakových signálů) v jednotlivých ovládacích okruzích brzdového systému, které jsou závislé na brzdném požadavku a na zatížení vozidla.

U elektronických brzdových systémů představuje výsledný brzdný účinek výstupní hodnotu elektronické řídicí jednotky, která je stanovena na základě vstupních signálů – brzdného požadavku, zatížení, opotřebení brzdových kotoučů a dalších. Tyto signály představují elektrické hodnoty.

Brzdný požadavek představuje stlačení brzdového pedálu řidičem, tato změna je dynamického charakteru.

Zatížení vozidla je další vstupní parametr, který ovlivní brzdný účinek tažného a přípojného vozidla a tím také celkový proces brzdění jízdní soupravy. U jízdních souprav složených z tahače a návěsu je poměrná část zatížení návěsu přenesena přes spojovací čep na zadní nápravu tahače. Hodnota této poměrné části zatížení je závislá na geometrických parametrech přípojného vozidla.

Další faktor, který ovlivňuje brzdnou dráhu a stabilitu jízdní soupravy při brzdění je osazení tažného a přípojného vozidla kotoučovými, nebo bubnovými brzdami. Většina současných tahačů a návěsů je osazena kotoučovými brzdami, které se obecně v porovnání s bubnovými brzdami vyznačují v kombinaci s elektronickým brzdovým systémem EBS vyšším brzdným účinkem. Jsou však náročnější na údržbu, což zvyšuje provozní náklady a proto je v posledním období zaznamenán zvýšený počet zejména přípojných vozidel, které jsou osazeny bubnovými brzdami.

Z výše uvedeného vyplývá, že v provozu se mohou vyskytovat tyto kombinace brzdových systémů tažného a přípojného vozidla:

- Konvenční brzdový systém s bubnovými brzdami
- Konvenční brzdový systém s kotoučovými brzdami
- Elektronický brzdový systém s bubnovými brzdami
- Elektronický brzdový systém s kotoučovými brzdami

2.3 Vliv koncepce brzdového systému tažného a přípojného vozidla na celkový brzdný účinek jízdní soupravy

Koncepce brzdového systému tažného a přípojného vozidla je základním parametrem, který ovlivňuje proces brzdění jízdní soupravy a zejména stabilitu při brzdění v kritických jízdních situacích.

Koncepce brzdového systému tažného a přípojného vozidla je také základním vstupním parametrem při vzájemném zesouladění brzdných účinků tažného a přípojného vozidla, tedy sladění jízdní soupravy. Na základě praktických jízdních zkoušek výrobců vozidel, brzdových systémů a náprav byla stanovena doporučení kombinací koncepce brzdových systémů tažných a přípojných vozidel.

V tabulce č. 1 jsou uvedeny závěry zkoušek provedených výrobcem náprav BPW. Jako hodnotící kritérium jsou uvažovány stabilita jízdní soupravy, vzájemné zesouladění brzdných účinků tažného a přípojného vozidla a také opotřebení brzdových desek a kotoučů, brzdového obložení a bubnů. Výsledky lze s dostatečnou přesností použít při analýze brzdění jízdní soupravy tahač – návěs.

Vstupní podmínkou byl dobrý technický stav komponentů brzdových systémů a správné nastavení přístrojů.

EBS – elektronický brzdový systém

ABS – konvenční brzdová soustava + ABS

BPW Empfehlung Zugkombination				
Zugfahrzeug	Anhänger und Auflieger			
	EBS + Scheibenbremse	ABS + Scheibenbremse	EBS + Trommelbremse	ABS + Trommelbremse
EBS + Scheibenbremse	++	+	++	+
ABS + Scheibenbremse	++	+	++	+
EBS + Trommelbremse	+	-	++	+
ABS + Trommelbremse	-- ¹⁾	0 ²⁾	0	+

Bewertung: ++ = sehr gut
 + = gut
 0 = befriedigend
 - = weniger gut
 -- = nicht akzeptabel

Bemerkung: ¹⁾ Ansprech- und Fadingverhalten des Zugfahrzeuges nicht akzeptabel
²⁾ Trailer mit Anpassungsventil ausrüsten

Tab. 1 – Kombinace brzdových systému jízdní soupravy**Tab. 1 – Combination of brakes systems of truck - trailer**

Z výsledků uvedených v tabulce č. 1 vyplývá:

Jako velmi dobrá jsou vyhodnoceny tyto kombinace:

Tahač: EBS + kotoučové brzdy - návěs: EBS + kotoučové brzdy

Tahač: EBS + kotoučové brzdy - návěs: EBS + bubnové brzdy

Tahač: ABS + kotoučové brzdy - návěs: EBS + kotoučové brzdy

Tahač: EBS + bubnové brzdy - návěs: EBS + bubnové brzdy

U těchto kombinací dochází k celkovému vysokému brzdnému účinku jízdní soupravy, stabilita jízdní soupravy je dobrá také v kritických jízdních situacích. Kromě kombinace, kdy je tahač osazen konvenčním brzdovým systémem s ABS, je přenos brzdného signálu tahač – návěs přes CAN a u těchto typů brzdových soustav dochází také k optimalizaci brzdného účinku tahače a návěsu v průběhu brzdění, co zabezpečuje vysokou stabilitu jízdní soupravy.

Jako dobré jsou vyhodnoceny tyto kombinace:

Tahač: EBS + kotoučové brzdy - návěs: ABS + kotoučové brzdy

Tahač: EBS + kotoučové brzdy - návěs: ABS + bubnové brzdy

Tahač: EBS + bubnové brzdy - návěs: EBS + kotoučové brzdy

Tahač: ABS + kotoučové brzdy - návěs: ABS + bubnové brzdy

Tahač: EBS + bubnové brzdy - návěs: ABS + bubnové brzdy

Tahač: ABS + bubnové brzdy - návěs: ABS + bubnové brzdy

U těchto kombinací je dosažen nižší brzdný účinek v porovnání s předchozí kategorií.

V případě kombinací, kde je tahač a také návěs vybaven systémem EBS dochází optimalizaci brzdného účinku tahače a návěsu v průběhu brzdění. Technické omezení této optimalizace ale představuje použití kombinace kotoučových a bubnových brzd.

V případech, kdy dochází u návěsu k nižšímu brzdnému účinku v porovnání s tahačem, může v kritických jízdních situacích dojít k zalomení jízdní soupravy.

Jako vyhovující byly vyhodnoceny tyto kombinace:

Tahač: ABS + bubnové brzdy - návěs: ABS + kotoučové brzdy

Tahač: ABS + bubnové brzdy - návěs: EBS + bubnové brzdy

U těchto kombinací je dosažen nižší brzdný účinek v porovnání s předchozími kategoriemi. U první z těchto kombinací se v průběhu brzdění projevuje vyšší účinek kotoučových brzd návěsu a může dojít ke zhoršení ovladatelnosti jízdní soupravy.

Jako horší a nevyhovující byly vyhodnoceny tyto kombinace:

Tahač: EBS + bubnové brzdy - návěs: ABS + kotoučové brzdy

Tahač: ABS + bubnové brzdy - návěs: EBS + kotoučové brzdy

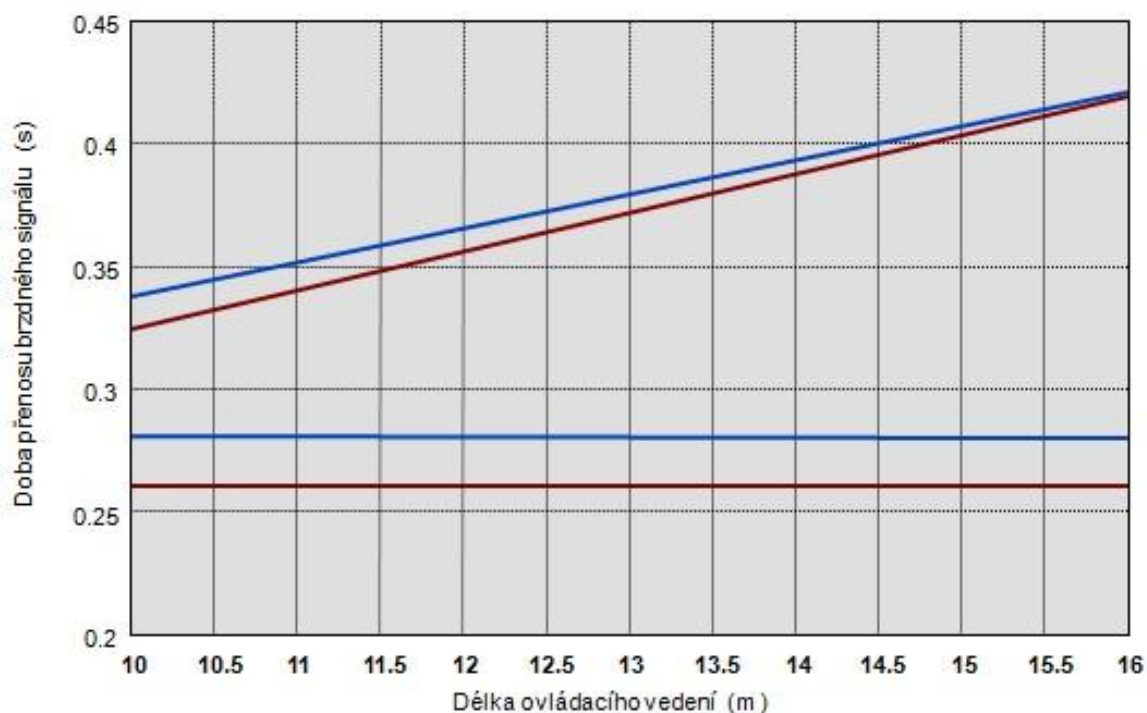
U těchto kombinací se projevuje rychlejší náběh a vyšší intenzita brzdění přípojného vozidla a může dojít ke zhoršení ovladatelnosti jízdní soupravy. Při brzdění dochází také ke zvýšenému tepelnému namáhání kotoučů u návěsu, co může pak zejména při dlouhodobém brzdění negativně ovlivnit brzdný účinek.

2.4 Doba přenosu brzdného signálu

Při brzdění jízdní soupravy je důležitý parametr **doba přenosu signálu brzdného požadavku mezi tažným a přípojným vozidlem**. Nejedná se samotný náběh brzdného účinku, ale o signál – informaci o úrovni stlačení brzdového pedálu řidičem. Přenos tohoto signálu mezi tažným a přípojným vozidlem je prováděn:

- ovládací větvou (červenou) – jedná se o pneumatický signál a doba je závislá na vnitřním průměru tlakové hadice, její délce a technickém stavu
- komunikací CAN

Na obr.č. 2 je porovnána doba přenosu signálu přes CAN a ovládací větvou. Měření bylo provedeno výrobcem brzdových systémů Knorr-Bremse. Z výsledků tohoto měření vyplývá, že čas přenosu brzdového signálu přes CAN do řídicí jednotky EBS přípojného vozidla je 0,26 až 0,28 s a je nezávislý na vzdálenosti, resp. umístění této řídicí jednotky. Přenos brzdového signálu pneumatickou větvou je v čase od 0,32 až 0,34 s a je závislý na délce pneumatické větvi.



Obr. 2 – přenos brzdového signálu
Fig. 2 – Transfer of brake signal

2.5 Náběh brzdného účinku přípojného vozidla

Pro posouzení brzdného účinku a celkového průběhu brzdění jízdní soupravy je důležitý parametr náběh brzdného účinku. Je to doba od vstupu signálu o brzdném požadavku po aktivaci brzd kolových jednotek, tedy po náběh plného brzdného účinku. Tato doba je závislá na:

- Koncepti brzdové soustavy
- Technickém stavu jednotlivých přístrojů brzdového systému
- Typu brzd kolových jednotek (kotoučové, bubnové)
- Technickém stavu a míře opotřebení brzd kolových jednotek

Dobu náběhu brzdného účinku konkrétního přípojného vozidla lze také zjistit měřením. Použitá metoda měření je závislá na koncepci brzdové soustavy a míře poškození vozidla a brzdové soustavy při dopravní nehodě.

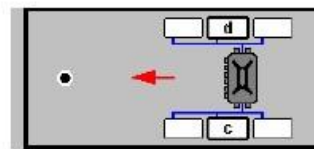
Jako příklad bude uvedeno měření doby náběhu brzdného účinku návěsu Schwarzmüller typ SPA-3/E. Technické parametry vozidla jsou uvedeny na obr.č. 3

WABCO			PRÍVES EBS				
HERSTELLER MANUFACTURER VÝROBCE		Schwarz Müller/Ha.2		ELEKTŘ. SPÍNAC 1 ELECTR. SWITCH 1 COMMUTATEUR ELECTR.1		ILS1	
TYP TYP		SPA-3/E		ISS RYCHL. ISS SPEED COMMUTATEUR VITESSE		2	
FAHRZEUG IDENTNR. CHASSIS NUMBER IDENT. ČÍSLO VOZIDLA		255950		ISS INVERZE PIN ISS_PIN INVERT COMMUTATEUR INVERSE		---	
BREMSSBERECHNUNGS-NR. BRAKE CALCULATION NO. ČÍSLO BRZD. VÝPOČTU		Sm-2476		10 s PULS 10 s PULSE IMPULSION 10s		---	
ABS system ABS-System		2S/2M		ELEKTŘ. SPÍNAC 2 ELECTR. SWITCH 2 COMMUTATEUR ELECTR.2		---	
POC. ZUBU PŮL. KOLA c,d POLE WHEEL TEETH c,d DENTS ROUE DENTÉE c,d		100		POL. ZVEDAC. NÁPRAV POS. LIFT AXLE PRÉP. ESS. RELEV.		1	
POC. ZUBU PŮL. KOLA e,f POLE WHEEL TEETH e,f DENTS ROUE DENTÉE e,f		100		VW 1 VO 1 VO 1		TH	
EXT. SENZOR BRZD. TLAKU EXT. BRAKE PRESS. SENS. EXT. CAPT. PRES. DE FREIN		---		RSS RSS RSS		RSS-S	
				ZVED. NÁPRAVU SPUSTIT % LOWER LIFT AXLE % BAISSER ESSIEU RELEV. %		90	

IDENTIF. ČÍSLO ZKOUŠKY BRZDY
BRAKE TEST NUMBER
NUMERO D'ESSAI DE FREIN

GGVS/ADR		TPN 1203/04	
POMOC PRI ROZJEZDU RYCHL. TRACTION HELP V VITESSE AIDE DEMARRAGE		30	
POMOC PRI ROZJEZDU TLAK TRACTION HELP PRESS. PRES. AIDE DEMARRAGE		6.9	

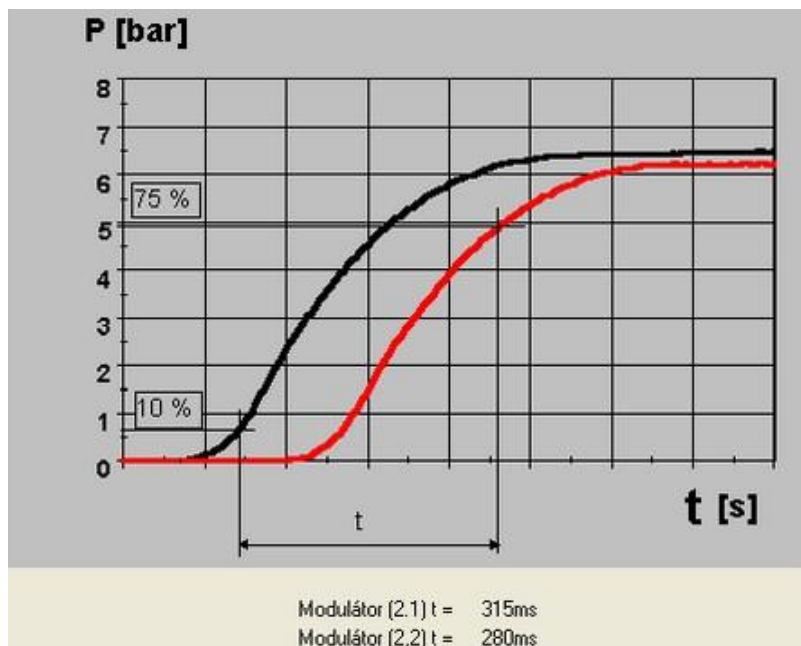
OVLÁDACÍ TLAK PM (BAR) CONTROL PRESSURE (BAR) PRESSION DE SERVICE PM (BAR)				6.5				OVLÁDACÍ TLAK PM (BAR) CONTROL PRESSURE (BAR) PRESSION DE SERVICE PM (BAR)				0.6				1.9				6.5			
ACHSE AXLE NÁPRAVA		ZATÍŽENÍ NÁPRL. NEVALOŽ. AXLE LOAD UNLADEN CHARGE ESSIEU A VIDE (KG)		TLAK V MECHU NEVALOŽ. SUSP. PRESS. UNLADEN PRESS. SUSP. A VIDE (BAR)		BRZDNÝ TLAK NEVALOŽ. BRAKE PRESS. UNLADEN PRESS. DE FREIN. A VIDE (BAR)		ZATÍŽENÍ NÁPRL. NALOŽ. AXLE LOAD LADEN CHARGE ESSIEU EN CHARGE (KG)		TLAK V MECHU NALOŽ. SUSP. PRESS. LADEN PRESS. SUSP. EN CHARGE (BAR)		BRZDNÝ TLAK NALOŽ. BRAKE PRESS. LADEN PRESS. DE FREIN. A CHARGE (BAR)											
1		1200		0.3		1.4		9000		5.3		0.5		1.8		6.9							
2		1200		0.3		1.4		9000		5.3		0.5		1.8		6.9							
3		1200		0.3		1.4		9000		5.3		0.5		1.8		6.9							
4		---		---		---		---		---		---		---		---							
5		---		---		---		---		---		---		---		---							



Obr. 3 – Technické parametry

Fig. 3 – Technical parameters

Z těchto parametrů vyplývá, že na návěse je osazený elektronický brzdový systém WABCO konfigurace 2S/2M. Pro měření doby náběhu bylo použito multifunkční diagnostické zařízení Wabcowürth. Měřen byl náběh brzdného účinku levé a pravé strany vozidla. Výsledek měření je uveden na obr.č. 4.



Obr. 4 – Náběh brzdného účinku

Fig. 4 – Start of brake effect

Z výsledků měření vyplývá, že doba náběhu brzdného účinku levé strany je 315 ms a pravé strany 280 ms.

Ze zjištěných hodnot lze vyvodit závěr, že náběh brzdného účinku je v pořádku, nebyly zjištěny rozdíly mezi dobou náběhu brzdného účinku levé a pravé strany v rozsahu, který by negativně ovlivnil stabilitu jízdní soupravy v průběhu brzdění.

2.6 Stabilita jízdní soupravy v kritických jízdních situacích

Stabilita jízdní soupravy při brzdění v kritických jízdních situacích je z hlediska posuzování brzdové soustavy ovlivněna těmito faktory:

- Konceptí brzdové soustavy tahače a návěsu
- Vzájemným zesoulazením brzdných účinků tahače a přípojného vozidla
- Technickým stavem komponentů brzdových systémů

Při brzdění jízdní soupravy může dojít vlivem těchto faktorů k těmto stavům:

- Zalomení jízdní soupravy
- Příčnému vybočení jízdní soupravy z požadovaného směru jízdy

2.6.1 *Koncepce brzdové soustavy*

V části 2.3 příspěvku jsou popsány koncepce brzdové soustavy tažného a přípojného vozidla. V kritické jízdní situaci má tato koncepce vliv na vznik možného kolizního děje.

V rámci prezentace příspěvku na konferenci budou uvedeny některé modelové příklady.

2.6.2 *Vzájemné zesoulazení brzdných účinků tažného a přípojného vozidla*

Vzájemné zesoulazení brzdných účinků tažného a přípojného vozidla výrazným způsobem ovlivňuje stabilitu brzdění jízdní soupravy a následný možný vznik kolizního děje.

Optimální stav při brzdění je ten, kdy dochází k intenzivnějšímu náběhu brzdného účinku přípojného vozidla. Toto lze ovlivnit také změnou nastavení brzdných parametrů. Nesprávně a neodborně provedená změna těchto parametrů může ale také způsobit stav zalomení, nebo příčné vybočení jízdní soupravy.

V rámci prezentace příspěvku na konferenci budou uvedeny vlivy změn parametrů na stabilitu jízdní soupravy a také metody zjištění nastavených hodnot.

2.6.3 *Technický stav komponentů brzdových systémů*

Technický stav a správné nastavení komponentů brzdových systémů výrazným způsobem ovlivňuje stabilitu jízdní soupravy v průběhu brzdění.

V rámci prezentace příspěvku na konferenci budou uvedeny praktické ukázky.

3 ZÁVĚR

V příspěvku byly popsány faktory, které ovlivňují stabilitu jízdních souprav při brzdění v kritických jízdních situacích. V teoretické části a v praktických ukázkách byly uvedené vlivy jednotlivých parametrů na vznik a průběh těchto kritických situací a také možnosti měření těchto parametrů pro potřeby znalecké praxe.

4 LITERATURA

- [1] Kolektiv: *Nfz Bremssysteme*. Knorr-Bremse, 2006, München, DE, 308s.
- [2] Kolektiv: *Trailer Broschüre*. Knorr-Bremse, 2005, München, DE, 252s.
- [3] Kolektiv: *Truck EBS Broschüre*. Knorr-Bremse, 2004, München, DE, 146s.
- [4] Archiv autora příspěvku