



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

SYSTÉMOVÁ ANALÝZA BRZDĚNÍ JÍZDNÍCH SOUPRAV UŽITKOVÝCH VOZIDEL

SYSTEM ANALYSIS OF BRAKING TRUCK - TRAILER COMBINATION

DIZERTAČNÍ PRÁCE

DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Andrej Haring

ŠKOLITEL

SUPERVISOR

doc. Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.

BRNO 2021



Zadání dizertační práce

Student: **Ing. Andrej Haring**
Studijní program: Soudní inženýrství
Studijní obor: Soudní inženýrství
Vedoucí práce: **doc. Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.**
Akademický rok: 2021/22
Ústav: Ústav soudního inženýrství

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem v

Systemová analýza brzdění jízdních souprav užitkových vozidel

Stručná charakteristika problematiky úkolů

Jednou z možných příčin dopravních nehod mohou být též technické závady na vozidle. V souvislosti s nehodami mají tyto často svůj původ v závadě na brzdové soustavě. Velmi obtížné pak bývá zkoumání příčin vzniku těchto nehod v případě, kdy se jedná o dopravní nehody s účastí jízdních souprav, jejichž brzdové soustavy jsou relativně velmi složitými technickými celky, a to z důvodu, že k chování těchto celků a k vlivu jejich závad na chování souprav při nehodě existují jen velmi omezené veřejně dostupné informační zdroje. Řešení znaleckých problémů je tak nutně často založit na experimentální práci, pro kterou však ve znalecké praxi existují významné omezení daná restrikcemi znalostními, finančními a také bezpečnostními.

Je proto nezbytně věnovat se výzkumu v této oblasti a pro potřeby konkrétních znaleckých problémů navrhnout komplexní přístup k pojetí problematiky brzdění jízdních soustav, ve kterém budou mj. popsány a zohledněny podstatné aspekty související se závadami brzdových soustav jízdních souprav, jejich možné vlivy na chování souprav v nehodové situaci a rovněž v ní budou navrženy vhodné metody a postupů dobře použitelné při znaleckém zkoumání souvisejícím s posuzováním technického stavu jízdních souprav po nehodě a jeho zohledněním při dalších znaleckých analýzách.

Úkolem studenta je mj.:

- po důkladně rešerši problematiky související s brzděním jízdních souprav vymezit nestandardní situace, které brání znalcům v řešení a komplexně pojmut problematiku pro soudně inženýrské a soudně znalecké použití,
- vymezit a představit jednotlivě vybrané řešené problémy (vlivy na proces brzdění a stabilitu jízdní soupravy vč. možné kvantifikace a hodnocení technického stavu),
- experimentálně ověřit vybrané vlivy na brzdění a stabilitu soupravy,
- navrhnout postupy a doporučení pro znalecké posuzování problematiky brzdění jízdních souprav.

Cíle dizertační práce

Cílem dizertační práce je komplexně pojmut problematiku brzdění moderních jízdních souprav nákladních vozidel od popisu komponent brzdových soustav, jejich případného nastavení a zesouhlasení parametrů, přes analyzování možných běžných vlivů na chování a stabilitu souprav až po metodologické komplexní hodnocení technického stavu souprav po nehodách znalcem v případech, kdy je nutně potvrdit, či vyloučit technickou závadu na soupravě jako příčinu nehody.

Seznam doporučené literatury

BRADÁČ, A.: Soudní inženýrství. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 1999. ISBN 80-7204-057-X.

Znalecký standard č. V – Zjišťování a posuzování technického stavu vozidel pro technickou analýzu průběhu a příčin silničních dopravních nehod, VUT v Brně, 1992.

Ústav soudního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně / Purkyňova 464/118 / 612 00 / Brno

Předpis EHK č.- 13 – Dohoda o přijetí jednotných technických pravidel pro kolová vozidla, zařízení a části, které se mohou montovat a/nebo užívat na kolových vozidlech a o podmínkách pro vzájemné uznávání schválení, udělených na základě těchto pravidel, původní předpis sjednán v Ženevě dne 20.března 1958.

SEMELA, M. Systémové pojetí analýzy silničních nehod, Brno 2018.

PERNESTAL, A., NYBERG, M., WARNQUIST, H., Modeling and inference for troubleshooting with interventions applied to a heavy truck auxiliary braking system, Sweden, Linköping University, 2012, dostupné z: www.sciencedirect.com.

YANG X., KANG N., LIU M.-X., ZHOU P., RONG J.-X., Yaw stability control for tractor-semitrailer combination based on optimal control allocation method, China Journal of Highway and Transport, November 2013, dostupné z www.scopus.com.

Články a sborníky vědeckých databází a další literatura k tématu práce.

Termín odevzdání dizertační práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Karel Pospíšil, Ph.D., LL.M.
ředitel

Ústav soudního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně / Purkyňova 464/118 / 612 00 / Brno

Bibliografická citace

HARING, A. SYSTÉMOVÁ ANALÝZA BRZDĚNÍ JÍZDNÍCH SOUPRAV UŽITKOVÝCH VOZIDEL,

Brno: Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2020 183 s. Vedoucí disertační práce doc. Ing. Marek Semela, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma SYSTÉMOVÁ ANALÝZA BRZDĚNÍ JÍZDNÍCH SOUPRAV UŽITKOVÝCH VOZIDEL zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

Ing. Andrej Haring

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval těm, kteří mi pomohli při zpracování disertační práce a podkladů a také těm, kteří mi poskytli potřebné technické zázemí a vybavení.

Jmenovitě bych chtěl poděkovat vedoucímu práce doc. Ing. Marku Semelovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky, vedení společnosti CDS Náchod s.r.o. za poskytnutí technického zázemí, jmenovitě panu Janu Petřekovi MBA za jeho pomoc se zabezpečením jízdních zkoušek a také za odvalu při těchto jízdních zkouškách, panu Werneru Kirschovi a Milanu Koutovi ze společnosti BOSCH ODBYTOVÁ s.r.o. za poskytnutí diagnostického vybavení a v neposlední řadě mojí manželce Kataríně a rodině za trpělivost a podporu v průběhu celého mého studia.

Abstrakt

Disertační práce se zabývá problematikou brzdění jízdních souprav a to zejména jízdních souprav pozostávajících z tahače a návěsu. Tato konfigurace byla zvolena s ohledem na počet nehod a jejich následky a často také nevyhovující technický stav tahače a návěsu, což úzce souvisí právě s bezpečností provozu těchto jízdních souprav. V případě dopravních nehod jízdních souprav jsou často následky velice závažné, či už se jedná o újmy na zdraví nebo o materiální škody. Šetření těchto dopravních nehod je poměrně náročný proces, vyžaduje si vysoký stupeň odborných znalostí a také potřebné technické vybavení. V protikladu s těmito požadavky je relativně nízká dostupnost pramenů, ze kterých lze čerpat potřebné informace. Dostupné zdroje jsou většinou v cizím jazyce a zpravidla se jedná o řešení dílčích problémů, nikoliv o systémově ucelenou literaturu. Proto je, lze říci, „trvalá poptávka“, po dostupné odborné literatuře zabývající se problematikou související s řešením dopravních nehod nejenom jízdních souprav, ale užitkových vozidel jako celku. Z hlediska důležitosti neboli aktuálnosti potřeb vyplývajících ze znalecké praxe je disertační práce tematicky zaměřena na brzdění jízdních souprav. Zameření na jízdní soupravy má několik zásadních důvodů. V první řadě je to dáno specifickým charakterem samotné jízdní soupravy, která se skládá ze dvou komunikačně provázaných brzdových soustav. Jako další důvody jsou ty, že informace obsažené v disertační práci, ať se jedná o popisné informace, posouzení technického stavu soustav nebo samotné výsledky měření, lze částečně nebo i zcela využít pro samostatná tažná nebo přípojná vozidla. V rámci disertační práce ale nelze řešit všechny problémy související s touto problematikou. Proto jsou v disertační práci vybrány podstatné vlivy, jejichž řešení vzhledem k četnosti a závažnosti považuje autor za zásadní. Již z názvu disertační práce vyplývá, že se jedná o systémovou analýzu brzdění jízdních souprav. Systémové pojetí řešení problémové situace a vybraných problémů jsou zárukou toho, že v rámci obsahových možností a rozsahu disertační práce jsou vybrány skutečně podstatné parametry a systémový přístup při jejich řešení umožňuje „obecnou“ aplikaci při řešení obdobných problémů.

Cílem disertace je tedy systémová analýza vlivu vybraných parametrů na celkový brzdový účinek a stabilitu jízdních souprav užitkových vozidel, analýza vstupních parametrů na rozhodovací logiku elektronické řídicí jednotky brzdových soustav, kdy postupy, ale také závěry lze aplikovat v obdobných případech s obdobnými vstupními parametry a rozhodovacími kritérii. Dalším dílčím cílem je vypracování rámcové metodiky postupu zjišťování technického stavu jednotlivých komponentů brzdových systémů užitkových vozidel, kterou bude možné aplikovat zejména u nákladních vozidel, kde jsou osazeny elektronicky řízené systémy. Také zde je aplikováno systémové pojetí, které umožní širší využití této metodiky.

Abstract

The dissertation deals with the issue of braking of articulated vehicles, especially articulated vehicles consisting of a tractor and a semi-trailer. This configuration was chosen with regard to the number of accidents and their consequences, and often also does not suit the technical condition of the tractor and semi-trailer, which is closely related to the safety of operation of these combinations. In the case of road accidents, the consequences are often very serious, whether it is personal injury or material damage. Investigating these accidents is a relatively demanding process, requiring a high degree of expertise as well as the necessary technical equipment. In contrast to these requirements, the availability of sources from which the necessary information can be drawn is relatively low. The available resources are mostly in a foreign language and are usually solutions to partial problems, not systemically comprehensive literature. Therefore, it is possible to say a "constant demand" for the available professional literature dealing with issues related to the solution of traffic accidents not only of combinations of vehicles, but of commercial vehicles as a whole. From the point of view of the importance, or topicality of needs arising from expert practice, the dissertation is thematically focused on braking of combinations of vehicles. There are several key reasons to focus on articulated vehicles. First of all, this is due to the specific character of the vehicle itself, which consists of two communication-linked brake systems. Other reasons are that the information contained in the dissertation, whether it is descriptive information, assessment of the technical condition of the systems, or the measurement results themselves, can be partially or even fully used for stand-alone towing vehicles or trailers. However, not all problems related to this issue can be solved within the dissertation. Therefore, in the dissertation, significant influences are selected, the solution of which, given the frequency and severity, the author considers essential. From the title of the dissertation it follows that this is a system analysis of the braking of combinations of vehicles. The system concept of solving a problem situation and selected problems are a guarantee that really essential parameters are selected within the content possibilities and scope of the dissertation and the system approach to their solution allows a "general" application in solving similar problems.

The aim of the dissertation is a system analysis of the influence of selected parameters on the overall braking effect and stability of commercial vehicle combinations, analysis of input parameters on the decision logic of electronic brake system control unit, where procedures but also conclusions can be applied in similar cases with similar input parameters and decision criteria. Another partial goal is to develop a framework methodology for determining the technical condition of individual components of brake systems of commercial vehicles, which will be possible

to apply especially in trucks, where electronically controlled systems are installed. Here, too, a systemic concept is applied, which will enable a wider use of this methodology.

Klíčová slova

Jízdní souprava, brzdění, stabilita, technický stav, diagnostika

Keywords

Truck and trailer combination, braking, stability, technical condition, diagnostics

OBSAH

OBSAH	14
ÚVOD	16
2 SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ A CÍLE PRÁCE	20
2.1 Obecné vymezení cílů disertační práce.....	20
2.2 Obecná problematika brzdění a budoucí výhled.....	21
2.3 HISTORIE VÝVOJE BRZDOVÝCH SOUSTAV	29
2.4 Elektronické brzdové soustavy užitkových vozidel.....	32
2.4.1 Úvod do problematiky brzdových soustav	32
2.4.2 Obecný popis brzdových soustav, legislativní požadavky.....	34
2.4.3 Elektronické brzdové soustavy užitkových vozidel	39
2.4.4 Další soustavy užitkových vozidel, které ovlivňují proces brzdění.....	52
2.4.5 Technický stav brzdových soustav jízdní soupravy	55
2.4.6 Multiznačková diagnostická zařízení.....	63
2.5 Shrnutí Rešerše zdrojů související problematiky.....	66
3 FORMULACE PROBLÉMOVÉ SITUACE A DÍLČÍCH PROBLÉMŮ.....	70
3.1 úvod do systémové metodologie a systémového pojetí	70
3.2 vybrané aplikace systémového pojetí.....	73
3.3 PROBLÉM Č. 1 – PODSTATNÉ VLIVY OVLIVŇUJÍCÍ PROCES BRZDĚNÍ A STABILITU JÍZDNÍ SOUPRAVY.....	76
3.3.1 Vymezení a formulace problému.....	76
3.3.2 Definice podstatných veličin, formulace otázek.....	77
3.3.3 Analýza problému a jeho řešení	80
3.4 PROBLÉM Č. 2 – KVANTIFIKACE VLIVU VYBRANÝCH PODSTATNÝCH VELIČIN NA BRZDĚNÍ A STABILITU JÍZDNÍ SOUPRAVY.....	82
3.4.1 Vymezení a formulace problému.....	82
3.4.2 Definice dílčích podstatných veličin, formulace otázek	84
3.4.3 Analýza problému a jeho řešení	85
3.5 problém č. 3 - HODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU BRZDOVÝCH SOUSTAV JÍZDNÍCH SOUPRAV.....	115
3.5.1 Vymezení a formulace problému.....	115
3.5.2 Definice podstatných veličin, formulace otázek.....	120
3.5.3 Analýza problému a jeho řešení	121
4 PŘÍKLADY ŘEŠENÍ PROBLÉMOVÝCH SITUACÍ.....	133
4.1 PŘÍPADOVÁ STUDIE Č. 1	134

4.2	PŘÍPADOVÁ STUDIE Č. 2	139
4.3	PŘÍPADOVÁ STUDIE Č. 3	143
4.4	PŘÍPADOVÁ STUDIE Č. 4	147
4.5	PŘÍPADOVÁ STUDIE Č. 5	152
5	ZÁVĚR.....	170
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	173
7	PUBLIKAČNÍ A DALŠÍ ODBORNÁ ČINNOST AUTORA.....	179
8	CURRICULUM VITAE.....	182

ÚVOD

Dopravní nehodovost užitkových vozidel je jedním z významných faktorů, který ovlivňuje bezpečnost silničního provozu. Analýza těchto silničních nehod je specifická již poměrně širokým rozsahem typových provedení užitkových vozidel, což je kupříkladu ve srovnání s osobními vozidly značně komplikovanější. Kromě rozdělení užitkových vozidel do hmotnostních kategorií je při řešení jednotlivých problémů potřebné zohlednit také typ užitkového vozidla, tedy zda se jedná o nákladní vozidlo, autobus, kloubový autobus, jízdní soupravu s přívěsem nebo návěsem. Každá kategorie užitkového vozidla má své specifické technické vlastnosti, které musí být zohledněny při analýze silničních nehod s účastí těchto vozidel. Tato analýza si ve většině případů vyžaduje komplexní řešení, která jsou obecně zahrnuta do oblasti oboru soudního inženýrství. Soudní inženýrství je vědecká, metodologická a teoretická nástavba znalectví. Tak jako každá dopravní nehoda, tak také dopravní nehoda s účastí užitkového vozidla je ovlivněna různými atributy, které mohou být definovány v rámci systémového přístupu. Je zřejmé, že v rámci disertační práce nelze obsáhnout popis a řešení všech atributů, které ovlivňují dopravní nehody užitkových vozidel. Proto bude tematické zaměření disertační práce omezeno na brzdění jízdních souprav užitkových vozidel z hlediska systémového pojetí. Toto zaměření bylo zvoleno z několika důvodů. Jedná se zejména o to, že problematika brzdění jízdních souprav užitkových vozidel primárně znamená vzájemnou interakci dvou brzdových soustav s vlastní technickou specifikací. Motivací autora k řešení této problematiky bylo kromě tohoto aspektu také poměrně málo dostupné literatury, která by se touto problematikou komplexně zabývala. Proces brzdění jízdních souprav zahrnuje poměrně široké spektrum dílčích problémů. Toto primárně souvisí s tím, že při brzdění jízdní soupravy jsou aktivní dvě funkčně nezávislé brzdové soustavy, tedy brzdové soustavy tažného a přípojného vozidla. Celkový průběh brzděného procesu jízdní soupravy závisí kromě samotné konfigurace a typového provedení brzdových soustav tažného a přípojného vozidla také od mnoha dalších faktorů, které souvisí s technickým stavem komponentů brzdových soustav a také s parametry, uloženými v elektronických řídicích jednotkách nebo technickými parametry jednotlivých komponentů. Funkce brzdových soustav ovlivňují také další elektronicky řízené soustavy vozidel. Jedná se kupříkladu o systémy aktivní bezpečnosti, ale také převodovek, motoru, tachografu, zpomalovacích soustav, asistenčních soustav, soustav tachografů apod. Brzdové soustavy tažného a přípojného vozidla ovlivňují brzdění a stabilitu jízdní soupravy jako celku. V disertační práci bude jako průběh brzdění analyzován brzdový účinek jízdní soupravy, respektive průběh jejího zpomalení při brzdění. V rámci této analýzy budou dále zkoumány vybrané konkrétní parametry. Jako stabilita jízdní soupravy

bude posuzováno zejména příčné vybočení jízdní soupravy a s tím související parametry, které pak souvisí se vznikem kolizní situace. Jedná se kupříkladu o zalomení jízdní soupravy, nebo naopak, příčné vybočení jízdní soupravy, kdy není možné zachovat požadovanou trajektorii pohybu. Je zřejmé, že problematika související s brzděním jízdních souprav je rozsáhlá, a proto jsou v rámci zaměření disertační práce řešené pouze vybrané problémy. Selektce těchto problémů je strukturovaná tak, aby zahrnuly co možná největší rozsah problémů, vyskytujících se ve znalecké praxi.

Motivací autora k návrhu řešení problematiky brzdění jízdních souprav v systémovém pojetí je jeho dlouhodobé působení v oblasti užitkových vozidel a zájem o tuto problematiku. Dalšími motivačními faktory jsou relativně nízká dostupnost zdrojů ve srovnání kupříkladu se segmentem osobních vozidel a také vývoj nehodovosti v oblasti užitkových vozidel a úroveň řešení této problematiky ve znalecké praxi, která má bezpochyby určité rezervy.

Podle statistik Policie ČR za rok 2018 [69] došlo v České republice celkem k 104 768 šetřeným nehodám. Z tohoto počtu bylo 7763 dopravních nehod nákladních vozidel, z čeho bylo 2 971 dopravních nehod nákladních vozidel s návěsem. Z hlediska společenského jsou tyto dopravní nehody negativním jevem, a to nejenom kvůli tragickým následkům, ale také vzhledem k rozsahu škod, kde nezanedbatelnou část těchto škod tvoří náklady související s odstraňováním následků těchto nehod. V tabulce 1 jsou uvedeny vybrané statistické údaje dopravní nehodovosti za období pěti let, tedy od roku 2014 do 2018. V těchto statistikách ale není v posledním období sledován a blíže analyzován technický stav nákladních vozidel, a tedy ani jízdních souprav. Při dopravních nehodách jízdních souprav s návěsem došlo každoročně k usmrcení 19 až 24 osob, což je nezanedbatelný počet. V tabulkách 1 až 3 jsou uvedeny statistické údaje související s dopravní nehodovostí nákladních vozidel nebo motorových vozidel obecně, kde byla jejich příčinou technická závada. I když jsou tyto statistické údaje obecného charakteru, vyplývá z nich, že technický stav se může podílet a také se podílí na příčině vzniku některých dopravních nehod užitkových vozidel a z hlediska soudního inženýrství tím pádem také i znalectví je potřebné se tímto zabývat.

Tab. 1 Vybrané statistické údaje dopravní nehodovosti za období 2014 až 2018 [69]

Rok	Počet DN celkem	Počet DN NA	Počet DN NA nad 12 t	Počet DN NA s návěsem (hmotnost neuvedena)	Technická závada celkem	Počet usmrcených NA s návěsem
2018	104 768	7 763	3 841	2 971	414	
2017	103 821		3 798	2 945	418	24
2016	98 863		3 516	2 894	427	20
2015	93 067		3 451		461	19

2014	85 859		2 973		467	23
------	--------	--	-------	--	-----	----

Vysvětlivky:

NA – nákladní automobil

DN – dopravní nehoda/dopravní nehody

Tab. 2 Příčiny dopravních nehod nákladních vozidel ovlivněné technickým stavem za rok 2014 [69]

POŘADÍ	NEJČETNĚJŠÍ PŘÍČINY NEHOD ŘIDIČŮ NÁKLADNÍCH AUTOMOBILŮ; ZAVINĚNO TECHNICKOU ZÁVADOU VOZIDLA; ROK 2014	POČET NEHOD (USMRČENÉ OSOBY)
1.	nesprávné uložení nákladu	44
2.	defekt pneumatiky - průrazem, náhlým únikem vzduchu	37
3.	upadnutí, ztráta kola vozidla (i rezervního)	35 (1)
4.	jiná technická závada	28
5.	závada závěsu pro přívěs	12 (1)
6.	závada řízení	10
7.	závada provozní brzdy	10
8.	lom závěsu kola, pružiny	4
9.	opotřebení běhounu pláště pod stanovenou mez	3
10.	utržená spojovací hřídel	3
11.	zablokování kol v důsledku mech. závady vozidla	2
12.	nazajistěná, poškozená bočnice (i u přívěsu)	2
13.	neúčinná nebo nefungující parkovací brzda	1
14.	nepřipojení/poškození spojovací hadice pro brzdění přípoj. vozidla	1

Tab. 3 Statistiky dopravních nehod motorových vozidel, kde byla jako příčina uvedena technický stav za rok 2018 (vlevo) a 2017 (vpravo) [69]

TECHNICKÁ ZÁVADA MOTOR. VOZIDLA	407	TECHNICKÁ ZÁVADA MOTOR. VOZIDLA	418
Závada řízení	16	Závada řízení	15
Závada provozní brzdy	20	Závada provozní brzdy	28
Neúčinná nebo nefungující parkovací brzda	4	Neúčinná nebo nefungující parkovací brzda	5
Opotřebení běhounu pláště pod stanovenou mez	7	Opotřebení běhounu pláště pod stanovenou mez	5
Defekt pneumatiky - průrazem, náhlým únikem vzduchu	76	Defekt pneumatiky - průrazem, náhlým únikem vzduchu	64
Závada osvětlovací soustavy vozidla	2	Závada osvětlovací soustavy vozidla	0
Nepřipojená/poškozená spojovací hadice brzdění přípojného vozidla	4	Nepřipojená/poškozená spojovací hadice brzdění přípojného vozidla	2
Nesprávné uložení nákladu	116	Nesprávné uložení nákladu	124
Upadnutí, ztráta kola vozidla (i rezervního)	78	Upadnutí, ztráta kola vozidla (i rezervního)	72
Zablokování kol v důsledku mechanické závady vozidla	2	Zablokování kol v důsledku mechanické závady vozidla	6
Lom závěsu kola, pružiny	4	Lom závěsu kola, pružiny	4
Nezajistěná, poškozená bočnice (i u přívěsu)	5	Nezajistěná, poškozená bočnice (i u přívěsu)	5
Závada závěsu pro přívěs	20	Závada závěsu pro přívěs	19
Utržená spojovací hřídel	2	Utržená spojovací hřídel	1
Jiná technická závada	51	Jiná technická závada	68

Ve statistikách Policie ČR se ale nenacházejí informace o vlivu technického stavu užitkových vozidel jako celku na vznik dopravních nehod, a tedy ani vliv technického stavu brzdových soustav této kategorie vozidel na nehodovost.

Proto jsou důležité poznatky získané přímo ze servisů, které se specializují na opravy nákladních vozidel a také vlastní poznatky autora disertační práce, který působí jako lektor v oblasti systémů nákladních vozidel a diagnostiky a také jeho znalecká činnost je zaměřena na oblast nákladních vozidel. Ze získaných poznatků vyplývá, že jízdní soupravy, na které je disertační práce zaměřena, mají při technických prohlídkách v servisech častokrát komponenty brzdové soustavy v nevyhovujícím technickém stavu nebo ve stavu mezního opotřebení a brzdová soustava jako celek nesplňuje technické podmínky pro provoz na pozemních komunikacích. Také jsou velice časté případy, kdy je rozdíl v technickém stavu brzdových soustav tažného a přípojného vozidla. V praxi se obvykle nedělá servis a údržba tažného a přípojného vozidla současně, ale toto je prováděno v různých časových intervalech, takže není nikterak výjimkou, že u jednoho z vozidel je brzdová soustava po opravě a u druhého před opravou. Důvody tohoto stavu souvisí se samotným provozem jízdních souprav, významnou roli v tom hrají ekonomika provozu, logistika a také odlišné servisní intervaly a prováděné servisní úkony u tahačů a u návěsů. Pokud je to z hlediska ekonomického a také logistického potřeba, tak dochází k přepřahání tahačů a návěsů a tato vozidla pak mají různé nájezdy kilometrů, a tedy odlišné stavy opotřebení komponentů brzdových soustav. U tahačů je většina servisních úkonů vázána na počet najetých kilometrů a v praxi se pak také servisní úkony závislé na časových intervalech obvykle provádějí společně s kilometrovými. U návěsů, i když výrobce předepisuje časové a také kilometrové servisní úkony, se po uplynutí záruční doby provádí servis zpravidla dle aktuální potřeby. S úrovní brzdění pak do určité míry souvisí také náklady na servis, které tvoří poměrně významnou část celkových provozních nákladů. Samozřejmě, je hodně společností, pro které je technický stav provozovaných vozidel prioritou, to může autor práce potvrdit ze své lektorské praxe, ale je také hodně provozovatelů vozidel, kteří se celkové provozní náklady snaží snížit tzv. „servisem na poslední chvíli“, když u brzdových soustav dochází k výměně komponentů již ve stavu mezního opotřebení nebo ve stavu blízkému meznímu opotřebení, což samozřejmě negativně ovlivňuje brzdění jízdní soupravy zejména v kritické situaci. Není neobvyklé, že impulzem pro servis brzdových soustav užitkových vozidel je až zjištění jejich nevyhovujícího stavu v rámci pravidelných technických kontrol na STK. V důsledku těchto příčin dochází pak v provozu jízdní soupravy k rozdílným brzdícím účinkům tažného a přípojného vozidla, což zejména v režimu kritického brzdění znamená vznik kolizní situace, obvykle se jedná o zalomení jízdní soupravy. Další, v posledním období významným problémem, který nabývá na aktuálnosti je kvalita prováděných diagnostických úkonů. Toto souvisí zejména s technickým vývojem vozidel a

také diagnostických zařízení. V servisní praxi není neobvyklé, že servis disponuje kvalitními diagnostickými zařízeními, ale personál není pro jejich použití patřičně proškolen. Tato situace nevzniká ani tak z neochoty vedení společnosti investovat do vzdělávání zaměstnanců, ale je důsledek situace na trhu, kdy je kvalitně proškolený mechanik často „přetahován“ dalšími společnostmi.

V praxi to znamená, že mechanici, kteří nemají potřebné odborné znalosti, provádějí diagnostické úkony, při kterých dochází ke změnám parametrů uložených v řídicích jednotkách elektronických brzdových soustav, zejména přípojných vozidel a částečně také tažných vozidel. Tento stav má za důsledek, že dochází k nesprávné funkci elektronických brzdových soustav v důsledku nastavení nekorektních parametrů, což zejména v kritických situacích negativně ovlivňuje samotný průběh brzdění, a to náběh brzdného účinku, zpomalení a také stabilitu jízdní soupravy jako celku při brzdění.

Disertační práce je zaměřena do problematiky dopravních nehod s účastí jízdních souprav, kde existuje podezření na možný vliv technického stavu jízdní soupravy na její příčinu. Jedná se o události, kdy dochází ke zranění nebo jak přímo vyplývá ze statistik dopravní nehodovosti, také k usmrcení osob, k hmotným škodám a vznikají také související náklady, jako jsou například náklady na vyprošťování a odtah, které v případě jízdních souprav nejsou zanedbatelné, náklady související s manipulací s přepravovaným nákladem, čištění komunikace apod.

V rámci prezentované práce jsou také definovány postupy a náležitosti prohlídky technického stavu brzdových systémů jízdních souprav využitelných znalci ve své praktické činnosti.

2 SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ A CÍLE PRÁCE

2.1 OBECNÉ VYMEZENÍ CÍLŮ DISERTAČNÍ PRÁCE

Jedním z cílů disertační práce je také poskytnout ucelený, kompletní dokument o brzdění jízdních souprav, který by bylo možné dále využít ve znalecké praxi. Dostupná databáze zdrojů je zaměřena na popisy brzdových systémů, případně jejich komponentů, měření definovaných parametrů a aplikace simulačních programů. Poměrně značná část publikací se věnuje měření parametrů jednotek kolových brzd, tedy bubnových a kotoučových brzd a také pneumatikám. Další část příspěvků je orientována na měření a zkoumání možnosti zalomení jízdních souprav, což je velice dobře aplikovatelné ve znalecké praxi.

Cílem disertační práce je, aby splnila tyto atributy:

Tematické zaměření: disertační práce je tematicky zaměřena na brzdění jízdních souprav. Tato problematika je poměrně náročná na vstupní informační zdroje, kterých dostupnost je značně omezená a také je potřebná určitá úroveň vědomostí a praktické zkušenosti. Aplikací dalšího atributu, systémového pojetí, lze dílčí řešené problémy velice dobře využít také pro řešení problematiky brzdění dalších druhů užitkových vozidel. Proto by mohla být disertační práce významným zdrojem informací pro znaleckou činnost.

Systémové pojetí: systémové pojetí problematiky brzdění jízdních souprav zcela jednoznačně ovlivní její praktické uplatnění a aplikaci dílčích témat při řešení problémů ve znalecké praxi. Tento způsob zpracování disertační práce je přehledný, lépe prezentuje problematiku a také zpracované výsledky. Ve spojení s tematickým zaměřením je takto zpracovaná problematika daleko lépe prakticky použitelná.

Teritoriální zaměření: disertační práce, její celková koncepce, výběr tematického zaměření, volba typového provedení zkoušených vozidel a systémů a také zpracování výsledků je zaměřeno na využití ve znalecké praxi zejména ve středoevropské oblasti.

Použití ve znalecké praxi: jedním z cílů disertační práce je její využití ve znalecké praxi. Je samozřejmé, že v rámci rozsahu disertační práce nelze popsat a dále analyzovat všechny problémové situace týkající se brzdění jízdních souprav a zjištění technického stavu brzdových systémů nákladních vozidel. Disertační práce díky systémovému pojetí a tematickému zaměření může být použita také jako podkladová dokumentace, případně jako „návod“ při řešení problémových situací a dílčích problémů.

Novost práce a aktuálnost informací: disertační práce svým obsahem a aplikací systémového pojetí představuje určitou novost v popisu problémů, metod a metodik měření a zpracování výsledků. Vzhledem k použitým vozidlům a jejich technické výbavě je práce aktuální a lze říci, že i při zohlednění předpokládaného technického rozvoje vozidel, bude možné práci a zejména její výsledky, použít i v budoucím období.

2.2 OBECNÁ PROBLEMATIKA BRZDĚNÍ A BUDOUCÍ VÝHLED

V současné době dochází k výrazné inovaci technické úrovně užitkových vozidel, což souvisí zejména s aplikací emisní normy EURO 6 a v předchozím období EURO 5. Prakticky každý výrobce

užitkových vozidel, tedy výrobci tažných vozidel a autobusů, již se zavedením emisní normy EURO 5 přepracovali koncepci elektronicky řízených soustav vozidel a jejich vzájemnou komunikaci tak, aby vozidla splňovala legislativní požadavky a zároveň došlo ke zvýšení technické úrovně vozidel, což je jednou z podmínek úspěšného zavedení vozidel na trhy. Také další vývoj vozidel bude ovlivněn ekologií jejich provozu, kdy budou nadále řešeny a snižovány limity emisí ve výfukových plynech. V současném období je v platnosti již několikátá verze normy EURO 6, jedná se o verzi 6d, a určitě není poslední. Toto lze pozorovat také ze zpráv, týkajících se emisní normy EURO 7, která má být aktuální po roce 2020. Kromě samotných emisních limitů se řeší také otázky týkající se metodiky a metod měření emisních limitů a výrobci užitkových vozidel hledají nebo již uplatňují v praxi konkrétní technická řešení, která ovlivní emise ve výfukových plynech. Již vzhledem k současné situaci, kdy plnění emisních limitů je zabezpečeno prostřednictvím technicky komplikovaných řešení, lze předpokládat, že budoucí řešení budou souviset také s komunikací nebo využíváním dalších, elektronicky řízených soustav vozidel, to se týká také brzdových soustav. Nabízí se kupříkladu řešení další optimalizace vstřikování paliva v souvislosti s aktivací provozní brzdy nebo aplikace elektrické brzdy, která je konstrukčně vyvinuta již více než 15 let, ale jejímu využití poněkud paradoxně brání současná legislativa. Jedná se zejména o podmínky zabezpečení primárního zdroje pracovního média, kterým je stlačený vzduch a také o podmínky zabezpečení dvouokruhovosti brzdových soustav.

Tento vývoj ovlivnil také brzdové soustavy užitkových vozidel. Co se týče koncepce, tak za posledních 15 – 20 let nedošlo k výrazným konstrukčním změnám mechanických komponentů jednotek kolových brzd. V této oblasti došlo zejména k technickým inovacím, jejichž primárním cílem bylo zvýšení jejich účinnosti a spolehlivosti. Zvýšila se také kvalita třecích materiálů, a to hlavně jejich stálost při vysokém tepelném zatížení, což příznivě ovlivňuje proces brzdění, a to zejména v kritických situacích. Další technické inovace třecích materiálů souvisejí s ekologií, kdy se snižuje obsah škodlivých látek v třecích materiálech.

V období předchozích 15 – 20 let došlo také k výrazné elektronizaci brzdových soustav. Do té doby používané konvenční brzdové soustavy byly postupně nahrazovány elektronickými brzdovými soustavami. V současné době se u běžně provozovaných jízdních souprav samostatné konvenční brzdové soustavy, bez dalších elektronických dílčích soustav prakticky nepoužívají. Toto souvisí také s legislativními požadavky, které podmiňují použití systémů aktivní bezpečnosti, což je možné zajistit pouze elektronizací soustav. Tyto přídatné elektronické soustavy jsou buď přímo součástí elektronických brzdových soustav nebo jsou jako samostatné přídatné funkce konvenčních brzdových soustav. V obou případech jsou ale součástí komunikační struktury (topologie) elektronických soustav vozidla jako celku. Zejména fáze kritického brzdění je u

elektronických brzdových soustav (EBS) a konvenčních brzdových soustav s přídatnými elektronickými soustavami z hlediska posuzování brzdného účinku pro potřeby znalecké praxe prakticky shodná. Jak již bylo uvedeno, na tuzemském a také celoevropském trhu jsou v současné době prakticky všechna vozidla, a to jak tažná vozidla, autobusy a také přípojná technika, osazena elektronickými brzdovými soustavami. Toto je jeden z důvodů, že disertační práce je zaměřena právě na tažná a přípojná vozidla vybavena elektronickou brzdovou soustavou (EBS).

I když emisní normy EURO 5 a EURO 6 nesouvisí s brzdovými soustavami, jejich zavedení mělo výrazný vliv na vzájemnou komunikaci mezi jednotlivými elektronicky řízenými soustavami vozidla. V důsledku osazení soustavou pro redukci škodlivých složek výfukových plynů, došlo ke vzájemnému propojení těchto soustav přes CAN (CAN BUS) s dalšími soustavami vozidla, kdy jsou vzájemně využívané hodnoty ze snímačů nebo také další signály z elektronicky řízených soustav vozidla. Dalším důvodem pro toto propojení komunikace mezi elektronickými soustavami vozidla je aktivace nouzových režimů nebo případná deaktivace startu vozidla při detekci závad s vyšší prioritou, v důsledku kterých by mohlo dojít k poškození vozidla, nebo ohrožení bezpečnosti jeho provozu.

Vývoj v posledním období zaznamenal u brzdových soustav vozidel také výrazný pokrok ve využití signálů z dalších soustav vozidla. Jedná se zejména o využití signálů z klikového a vačkového hřídele, signálu o otáčkách z převodovky, komunikace s tachografem, komunikace se zpomalovacími soustavami a dalšími bezpečnostními a komunikačními soustavami (stabilizační soustavy, brzdový asistent, asistent při couvání, archivace parametrů, sledování provozních parametrů přes satelit atd.). Z těchto důvodů je také část disertační práce věnována pojednání o vlivu těchto soustav a jejich signálů na funkci, respektive funkční stavy brzdových soustav vozidla, včetně přídatných funkcí.

V souvislosti s dalším vývojem elektronických soustav užitkových vozidel dochází k sériovému využití dalších asistenčních a komfortních soustav. Jedná se například o soustavy kontroly jízdy v jízdních pruzích, soustavy kontroly podélné vzdálenosti mezi vozidly, elektronické soustavy kritického brzdění. Tyto soustavy jsou známé spíše z oblasti osobních vozidel, ale v posledních několika letech dochází k poměrně intenzivnímu využívání těchto soustav v sériové produkci užitkových vozidel a autobusů. Tyto inovativní soustavy se netýkají pouze tažných vozidel a autobusů, ale zasahují také do oblasti přípojně techniky. Přípojná vozidla jsou obecně považována za technicky jednoduchá vozidla, kde jsou nejčastějším hodnotícím kritériem přepravovaná hmotnost a objem nákladu, výška úložného prostoru, pevnost rámu, odolnost podlahy, případně životnost náprav jako celku. Tyto názory ale již dávno nekorespondují s realitou.

Běžně používaná přípojná vozidla, ať se jedná o přívěsy nebo o návěsy, disponují kromě brzdových soustav také dalšími elektronicky řízenými soustavami, které zvyšují jízdní komfort soupravy jako celku. Jedná se kupříkladu o kontrolu prostoru za návěsem při couvání pomocí kamer se systémem aktivního zastavení v případě kontaktní blízkosti překážky nebo aktivního elektronického pérování. Je potřebné také zdůraznit rozsah přenášených informací a signálů prostřednictvím komunikačního rozhraní ISO 7638. Tento se za období posledních přibližně 5 až 7 let výrazně zvýšil. Nutno také zdůraznit, že se nejedná pouze o signály informačního charakteru, kupříkladu využívané pro potřeby řidiče, ale jedná se o signály, které jsou dále aktivně zpracovány dalšími elektronicky řízenými soustavami tažného vozidla. Tato komunikace probíhá také „opačným směrem“, tedy z tažného do přípojného vozidla.

V období přibližně posledních 10 let dochází v souvislosti s uvolněním podmínek na trhu s náhradními díly také k výraznému nárůstu počtu dodavatelů náhradních dílů, a to zejména mechanických a pneumatických komponentů, kotoučů, brzdových obložení nebo bubnů, což do jisté míry komplikuje situaci i z hlediska jejich kvality. Pokud jsou tyto díly kvalitní a mají příslušnou certifikaci, lze je jako díly srovnatelné kvality použít a neovlivní funkční vlastnosti brzdových soustav jako celku. Pokud se ale jedná o díly, které nesplňují potřebné technické parametry, jejich použitím zpravidla dochází k negativnímu ovlivnění výsledných brzdových parametrů a každý takový díl může mít vliv na celkovém stavu brzdových soustav. Vzhledem ke složitosti soustav je to obtížně zjištělné i proto, že výrobci nedodávají předemtnou zkušební dokumentaci k jednotlivým komponentům. Toto se projevuje kupříkladu v prodloužení náběhu brzdového účinku, negativnímu ovlivnění sladění brzdových účinků jízdní soupravy s tažným vozidlem, poškození třecích ploch vlivem tepelného zatížení, asymetrii brzdového účinku, brzdění v kritických jízdních situacích nevykazuje potřebnou účinnost a podobně. Použití těchto dílů může mít rovněž vliv na vznik nehodového děje. Vzhledem k metodice provádění pravidelných technických kontrol nelze spolehlivě (nebo vůbec) zjistit, že na vozidle jsou osazené komponenty, které neodpovídají technické specifikaci výrobce vozidla nebo systému. U brzdových soustav se jedná také o opravy a výměny brzdových komponentů – přístrojů, které jsou buď pouze pneumatické nebo elektro-pneumatické a můžou být osazené vlastní elektronickou řídicí jednotkou. Tyto přístroje se také dodávají na trh náhradní spotřeby jako repasované nebo jako produkty srovnatelné kvality, tedy jako tzv. „neoriginální díly“, u těchto dílů je ale vždy potřebné deklarovat technické parametry originálního dílu. V praxi je ale obtížné zjistit, zda technické parametry těchto druhů přístrojů odpovídají požadavkům výrobce originálních přístrojů. Je pak také problematické, až nemožné, v případě nehodové události, zjistit jejich vliv na vznik a průběh nehodového děje. Další částí brzdových soustav, které přímo ovlivňují brzdový účinek vozidla jako celku, jsou jednotky kolových

brzd, jedná se o bubnové brzdy a kotoučové brzdy. Je nutno zdůraznit, že se jedná o komponenty, které přímo vyvozují brzdny účinek vozidla a bez správné funkce těchto komponentů není precizní elektronická regulace brzdného účinku smysluplná. V současném období jsou často opravované nebo repasované zejména brzdové třmeny kotoučových brzd. Toto je dáno také dostupností širokého sortimentu opravárenských sad a jednotlivých dílů brzdových třmenů. Problémovým faktorem je to, že přes různé zdroje se do servisních sítí distribuují komponenty, které výrobci brzdových třmenů nedoporučují nebo přímo zakazují samostatně je měnit a ani nejsou součástí jimi uvolněnými opravárenskými sadami. Pokud je repase dílu provedena kvalitně, tak není funkce brzdového třmenu ovlivněna. Na základě praktických zkušeností zjištěných při konzultacích a školeních v servisech nákladních vozidel vyplývá, že velká část servisů (asi 70 %) nedodrží při opravách brzdových třmenů servisní instrukce výrobce a nepoužívá předepsané nářadí, přestože jsou tyto informace i nářadí ve většině případů dostupné. Toto souvisí také s výše uvedeným problémem týkajícím se volné distribuce samostatných náhradních dílů, častokrát bez ověření kvality provedení, které jsou používány při repasích brzdových třmenů. Obvykle takto provedenou repasí nedochází k obnovení funkčních vlastností brzdových třmenů a už vůbec nedochází k prodloužení životnosti brzdového třmenu, což je také jedním z účelů provedení repasí. Dalším problémem je, že nekvalitním provedením repase brzdového třmenu zpravidla dochází k omezení funkce, nikoliv k jeho celkovému znefunkčnění. V důsledku tohoto je pak velice obtížné zjistit, do jaké míry je brzdový třmen funkční a jak je ovlivněn brzdny účinek vyvozený tímto brzdovým třmenem. Pro znaleckou praxi tento faktor znamená obtížné a v některých případech až nemožné zjištění reálného brzdného účinku kola a následně vozidla jako celku.

V přímé souvislosti se zvyšováním technické úrovně brzdových soustav a dalších souvisejících soustav užitkových vozidel dochází ke zvyšování technické úrovně diagnostických zařízení. Také za posledních přibližně 10 let dochází k poměrně výraznému nárůstu počtu multiznačkových diagnostických zařízení v opravárnách. Rozšiřují se možnosti prováděných diagnostických úkonů a také rozsah technických informací a servisních postupů. S úrovní zvyšování technických možností multiznačkových diagnostických zařízení se jako problémový faktor jeví úroveň vzdělání servisního personálu. Toto je umocněno také tím, že výrobci a distributoři multiznačkových diagnostických systémů, až na několik výjimek, nevyžadují pro přidělení licenčních oprávnění ke změnám parametrů elektronických řídicích jednotek žádná školení obsluhy těchto diagnostických zařízení. Jako příklad lze uvést změny parametrů uložených v elektronických řídicích jednotkách modulátorů elektronických brzdových soustav přípojných vozidel, kde servisní personál může tyto změny provádět prakticky bez jakýchkoliv požadavků na odborné znalosti funkce těchto soustav a souvisejících legislativních norem. Tyto nekvalifikovaně provedené změny parametrů se

pak negativně projevují v kritických jízdních situacích a mohou být primární příčinou dopravní nehody. Z vlastní praxe lektora soustav užitkových vozidel mohu uvést, že nejsou nijak ojedinělé případy, kdy dochází ke změnám důležitých paramentů, zpravidla se jedná o korekce brzdových tlaků. Tyto změny jsou nabízeny zákazníkům kupříkladu jako „levné“ alternativy vůči opravám brzdových třmenů nebo brzdových bubnů. V konečném důsledku mají tyto korekce parametrů celkově negativní vliv na brzdný proces vozidla, způsobují zvýšení tepelného zatížení třecích komponent.

Ve znalecké praxi je vzhledem k současnému trendu vývoje v oblasti brzdových soustav užitkových vozidel poměrně problematické stanovit technický stav brzdové soustavy a jejích komponentů v čase dopravní nehody a také posoudit vliv technického stavu komponentů a také aktuálně nastavených parametrů na vznik a průběh nehodového děje. Pro toto zjištění je potřebné aplikovat metody séroivé, případně paralelní diagnostiky a také vizuální prohlídku. Výsledky je následně potřebné analyzovat, což si vyžaduje poměrně nejenom odborné znalosti, ale také dostupnost potřebných technických informací.

Z výše uvedeného popisu situace je zřejmé, že řešení konkrétních problémů souvisejících s brzděním jízdních souprav, nebo technickým stavem brzdových soustav užitkových vozidel ve znalecké praxi si vyžaduje jak značnou úroveň odborných znalostí, které lze čerpat z odborné literatury, tak možnosti provádění praktických diagnostických měření nebo provádění dalších různých experimentálních měření. Jedním z cílů disertační práce je příprava zdrojových podkladů k praktické aplikaci při řešení těchto problémů.

V oblasti měření parametrů a analýzy brzdného účinku jízdních souprav užitkových vozidel je dostupné určité spektrum odborné literatury. Tato literatura je ale převážně, a lze říci, že téměř výhradně v cizím jazyce. Většina literatury pochází z USA nebo z Asie, příspěvků evropských autorů je méně. I když literaturu z USA nebo z Asie lze aplikovat také na evropské podmínky a účel této práce, přece jsou zde určitá omezení, a to zejména v oblasti konstrukce a v oblasti legislativy, kde kupříkladu v severní Americe je ekvivalentem předpisu EHK č. 13 norma FMVSS 121. Tato skutečnost ale nijak zásadně neovlivňuje využití technických závěrů příspěvků pro potřeby znalecké praxe, v určitých případech je ale potřebné zohledňovat tento rozdíl. Týká se to zejména problematiky posuzování technického stavu brzdových systémů, kde v důsledku rozdílné metodiky těchto předpisů je rozdílná technická specifikace komponentů brzdových systémů (průběhy charakteristik, hodnota napájecího napětí, kumulace funkčních režimů komponent a přístrojů brzdových soustav). Naopak lze velice dobře využít výsledky měření brzdění jízdních souprav, analýzy stability při brzdění a případně dalších měření. Pokud porovnáme obě technické normy,

tedy EHK č. 13 a FMVSS 121, tak obě stanovují srovnatelné výstupní brzdné účinky brzdových soustav jednotlivých kategorií užitkových vozidel. Rozdílné jsou ale metodiky a metody provádění homologačních zkoušek brzdových soustav. Metodika EHK č. 13 zahrnuje zkoušky některých parametrů brzdových soustav na testovacích zařízeních, kdy jsou tyto parametry měřeny a porovnány s předepsanými hodnotami a podobně probíhají také provozní brzdé zkoušky na testovacích dráhách. Předpis FMVSS 121 má ale stanovenou rozdílnou metodiku měření. Kupříkladu před samotnými zkouškami je potřebné s plně zatíženým vozidlem najet 500 mil a ve stanovených intervalech a ze stanovené rychlosti brzdit, ale nezastavit vozidlo a pak opětovně zrychlovat. Snímáno je stlačení brzdového pedálu a také teplota třecích komponentů jednotek kolové brzdy a až poté dochází k samotným zkouškám. Průběh zkoušek je kontinuálně snímán videokamerou s ukazatelem času, tyto videozáznamy jsou pak nedílnou součástí homologační dokumentace. Měl jsem možnost tyto zkoušky provádět, kdy jsem na základě požadavků společnosti TATRA měl za úkol homologovat konvenční brzdovou soustavu s ABS pro severoamerický trh. Kromě samotné přípravy vozidla a prvotních testů brzdové soustavy probíhala samotná měření a zkoušky dle normy FMVSS 121 asi 5 dnů. Jednou ze zajímavých zkoušek byla simulace vyhýbacího manévru na povrchu se sníženou adhezí při současném náhlém a plném stlačení brzdového pedálu, přičemž úspěšnost zkoušky byla hodnocena tak, že vozidlo nemohlo příčně vybočit z předem definovaného koridoru vytyčeného kužely. Stabilita vozidla při tomto manévru nebyla tedy posuzována měřením brzdných parametrů a jejich následným vyhodnocením, ale byla názorně zjištěna při praktické jízdě zkoušce experimentálně. Popis této zkoušky charakterizuje metodiku normy FMVSS 121, která je na rozdíl od EHK 13 založena na více praktických a názorných zkouškách. I když metodika EHK 13 obsahuje také praktická měření, dle mého názoru je metodika FMVSS 121 bližší podmínkám v reálném provozu.

Již z tohoto přehledu je zřejmé, že problematika brzdění jízdních souprav zahrnuje poměrně širokou škálu vlivů, které jsou technického charakteru nebo jsou podmíněny legislativními podmínkami. Jedná se o proces, který je v neustálém vývinu. Ať již mluvíme o technickém vývoji nebo o změnách v legislativních podmínkách.

Jaký je tedy možný vývoj v budoucnu? A jak se tomu přizpůsobí činnost znalce? Na tyto otázky není v současné době jasná odpověď. Lze ale na základě poznatků z historie předpokládat určitý vývoj v budoucnu. Tento budoucí vývoj bude zcela určitě souviset s technickým rozvojem vozidel jako takových, jejich elektronizací, snahou o aplikaci alternativních pohonů. S tím bude souviset také vývoj v oblasti legislativy, kdy lze říci, že současná legislativa, a to zejména předpis EHK č. 13 již do určité míry „zastarává“. Zcela jistě nás vývoj čeká v oblasti diagnostických zařízení a dílenského vybavení servisů. Pokusím se ale být o něco konkrétnější.

Pokud bude prognóza budoucího vývoje zaměřena na jízdní soupravy, lze v budoucnu předpokládat další technický vývoj zejména v oblasti přípojných vozidel. Technické vybavení elektronickému soustavami tahače je podmíněno dalším rozvojem snižování emisních limitů, které přicházejí s nejenom novými emisními limity, kupříkladu EURO7, ale také s novými metodikami a metodami zkoušek související s měřením emisí. Kromě technického zdokonalování současných soustav řízení motoru a emisí ve výfukových plynech lze předpokládat také u užitkových vozidel nasazení alternativních pohonů. Je otázkou, zda se tento vývoj bude ubírat cestou úplné nebo částečné elektromobility nebo aplikací dalších ekologických pohonných látek, jako jsou kupříkladu CNG, LPG nebo vodík, případně další zdroje.

Při pohledu do budoucna nelze kromě ekologie provozu opomenout také vývoj v oblasti bezpečnosti provozu a možnosti autonomního řízení vozidel. Lze zcela reálně předpokládat, že s postupem času bude významně nebo také zcela omezena role řidiče vozidla, což je v současné době jeden ze zdrojů problémů souvisejících s kamionovou dopravou. Každopádně si tento vývoj vyžádá další a technicky vyspělejší způsob komunikace mezi elektronicky řízenými soustavami vozidel a také mezi vozidly jízdní soupravy, tedy mezi tažným a přípojným vozidlem. Dnes již zcela běžné soustavy aktivní bezpečnosti, jako jsou hlídání jízdy v jízdních pruzích, adaptivní tempomat, soustav kritického brzdění nebo korekce vlivu nesprávného rozložení nákladu při brzdění budou zcela jistě doplněny o další soustavy, které budou aktivně korigovat nebo přímo regulovat samotnou jízdu v běžném provozním režimu. Toto pak bude souviset také se sledováním nebo přímo aktivním řízením jízdy vozidla, nebo jízdní soupravy „na dálku“, kupříkladu přes satelitní soustavy. Role brzdových soustav je v těchto všech uvedených případech zcela zřejmá – je nepostradatelná. Již v současné době se brzdová soustava nevyužívá pouze k brzdění, ale také k regulaci jízdy, nebo k regulaci jízdní stability vozidla nebo jízdní soupravy. Z technického hlediska to znamená vývoj nových komunikačních struktur elektronicky řízených soustav vozidel. Již dosavadní využití brzdových soustav užitkových vozidel a také jízdních souprav naznačuje, že brzdové soustavy budou aktivní také v průběhu jízdy a nikoliv pouze při brzdění. Brzdové soustavy se tak začleňují do soustav, které aktivně řídí samotnou jízdu vozidla. To platí také o signálech, které snímače brzdové soustavy generují. Tyto se, čím dále, tím více, využívají také v dalších elektronicky řízených soustavách a prognóza do dalšího vývoje nám ukazuje, že jejich aplikované využití bude (a také již má) stoupající tendenci. To souvisí s rozvojem již zmíněné komunikační struktury vozidel. Význam komunikační struktury, tedy vzájemného provázání elektronicky řízených soustav vozidel neustále roste a tendence dalšího vývoje je taková, že vzájemná komunikace těchto soustav také využití signálů bude hrát, čím dále, tím více, významnější roli. Neznamená to ale, že by se ve vozidlech používalo více kabeláže. Spíše naopak, tendence ve vývoji je redukce kabeláže, a tedy

kabelových svazků ve vozidlech. To pak klade vyšší nároky na digitální přenos signálů a komunikační protokoly. Lze tedy logicky předpokládat, že komunikační protokoly doznají také významného vývoje. Ve vzájemné provázanosti elektronicky řízených soustav vozidel je pak otázkou vývoj bezdrátového přenosu informací a signálů.

V budoucím vývoji bude narůstat význam brzdových soustav z pohledu možného zdroje energie, což je patrné již v současnosti. Brzdová soustava bude energeticky provázaná s hnací soustavou vozidla.

Tyto výše popsané vývojové tendence úzce souvisí také s vývojem diagnostiky vozidel, tedy s diagnostickými zařízeními. Je možné opodstatněně předpokládat, že diagnostická zařízení doznají také vývoje, včdyť již samotné elektronické řídicí jednotky nám poskytují, čím dále, tím více, identifikačních údajů a údajů o historii provozu, což je důležité i pro znaleckou činnost. Rostoucí tendenci má i „samodiagnostika“ jednotlivých řídicích soustav, kdy tyto v rámci své rozhodovací logiky dokážou identifikovat nekorektní funkční stavy nebo přímo závady. Tak proč to nevyužít při diagnostice vozidel. To ale klade vyšší nároky na výrobce diagnostických zařízení a samozřejmě na jejich obsluhu.

V oblasti legislativy lze také předpokládat určitý vývoj. Toto se bude jednat zejména zkoušek elektronické regulace brzdného účinku a vzájemné spolupráce brzdové soustavy s dalšími elektronicky řízenými soustavami. Toto je patrné již ze současných uprav v předpisu EHK č. 13. Změny v legislativě si vyžádá elektronizace řídicích soustav vozidla. V souvislosti s ekologií provozu užitkových vozidel lze předpokládat masivnější využití elektrické energie při zpomalování vozidel a jízdních souprav, což bude muset řešit také legislativa.

Z přehledu budoucího vývoje, který lze považovat za stručný, vyplývají také zvýšené nároky na znaleckou činnost ve všech souvisejících oblastech. Či se jedná o oblast oceňování, zjišťování technického stavu nebo o analýzu dopravních nehod, neobejde se znalec bez potřebných informací a využití diagnostického vybavení. Narůstat bude význam analýzy diagnostických výstupů, kdy tyto jsou rozdílné jako v oblasti osobních vozidel, což možná povede ke vzniku nové oblasti znalecké činnosti zaměřené pouze na oblast užitkových vozidel.

2.3 HISTORIE VÝVOJE BRZDOVÝCH SOUSTAV

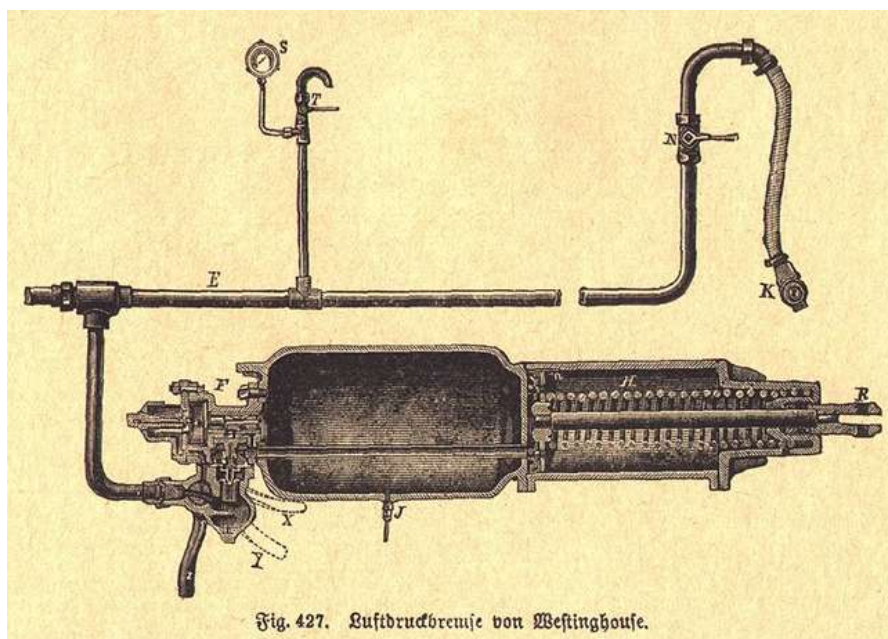
V poslední části předchozí kapitoly jsou uvedeny možné vývojové prognózy v oblastech souvisejících s vývojem brzdových soustav. Ale pojďme se podívat také do historie, jakým způsobem se brzdové soustavy vyvíjely.

Brzdové soustavy vozidel se vyvíjely současně s rozvojem automobilismu jako nového průmyslového odvětví. Když bylo vozidlo uvedeno do pohybu, bylo jej potřebné také zastavit nebo zpomalit, pokud možno plynule a hlavně spolehlivě. V počátcích automobilismu byly brzdové soustavy (neboli mechanismy, pokud je možné je takto nazvat), mechanické, jednalo se tedy o systém lanových a pákových převodů. Samotné „jednotky kolových brzd“ představovaly dřevěné špalky, které vyvozovaly třecí účinek přímo na obruče kol. Tato špalková brzda je zobrazena na obr.1.



Obr. 1 Začátky vývoje „brzdových systémů“ (zdroj: archiv autora)

Se zvyšováním užitečné hmotnosti vozidel určených pro přepravu nákladů, tedy předchůdců dnešních užitkových, nákladních vozidel, vyvstala potřeba vyšší účinnosti brzdového mechanismu a začaly se vyvíjet jednoduché brzdové soustavy. Ve dvacátých letech minulého století došlo k vývoji prvních vzduchotlakových brzdových soustav. Jako pracovní médium byl použit stlačený vzduch, který se „vyráběl“ pomocí jednoduchých kompresorů. Tento stlačený vzduch pak dokázal přes jednoduché pístové brzdové válce vyvodit na třecích segmentech brzdou sílu. Také třecí segmenty doznaly vývoje. Začaly se používat materiály, v počátcích přírodní, pak syntetické, které měly požadované třecí vlastnosti a vykazovaly již také tepelnou odolnost. Výkres jedné z prvních vzduchotlakých brzdových soustav z dvacátých let minulého století je uvedený na obr. 2.



Obr. 2 Jeden z prvních výkresů brzdové soustavy užitkového vozidla (zdroj: archiv autora)

Ve dvacátých a třicátých letech minulého století se začaly na silnicích objevovat první jízdní soupravy, které již připomínaly jízdní soupravy tak, jak je známe dnes. Samozřejmě, vývoj do dnešní podoby měl před sebou ještě dlouhou cestu, ale již se jednalo o samostatná tažná a přípojná vozidla, která měla ve výbavě vzduchotlakové brzdové systémy, které byly vzájemně propojeny. Existovalo velké množství technických řešení, legislativa prakticky neexistovala.

Jednotná legislativa na národních úrovních začala vznikat a postupně se zdokonalovala v šedesátých až devadesátých letech minulého století. Postupný vývoj legislativních požadavků vyústil do celoevropského předpisu EHK č. 13, který sjednotil požadavky na koncepci, zkoušky a další provozní vlastnosti vzduchotlakových brzdových systémů. Z tohoto předpisu jsou odvozené národní předpisy. Výhodou jednotného, celoevropského předpisu EHK č. 13 je, že všechna vozidla, na která se tento předpis vztahuje, musí při homologaci pro oblast států EHS splňovat jednotná kritéria. V severní Americe je platný obdobný předpis FMVSS 121.

Technickým vývojem brzdových a také souvisejících soustav dochází k jejich elektronizaci. Nejdříve se jednalo o vývoj protiblokovacích soustav, tedy ABS a také protiprokluzových soustav ASR. Počátky vývoje elektronických brzdových soustav (EBS) sahají do osmdesátých let minulého století, k jejich použití v sériové produkci dochází v devadesátých letech minulého století. Elektronické brzdové soustavy tažných a přípojných vozidel a také autobusů zredukovaly počet brzdových komponentů a zároveň došlo k optimalizaci brzdícího účinku vozidla nebo jízdní soupravy jako celku. Elektronizace brzdových soustav umožňuje využití kontrolních přídavných funkcí, které jsou aktivované nezávisle na řidiči a přispívají ke zvýšení bezpečnosti silničního

provozu. Kvalita elektronické regulace brzdného účinku a také elektronická regulace prvků aktivní bezpečnosti je zcela závislá na stavu mechanických komponentů, které vyvozují brzdný účinek, tedy na stavu jednotek kolových brzd jako celku. A tento aspekt je často opomíjen. Z tohoto důvodu se v disertační práci zabývám také analýzou vlivu technického stavu těchto komponentů na brzdění jízdní soupravy.

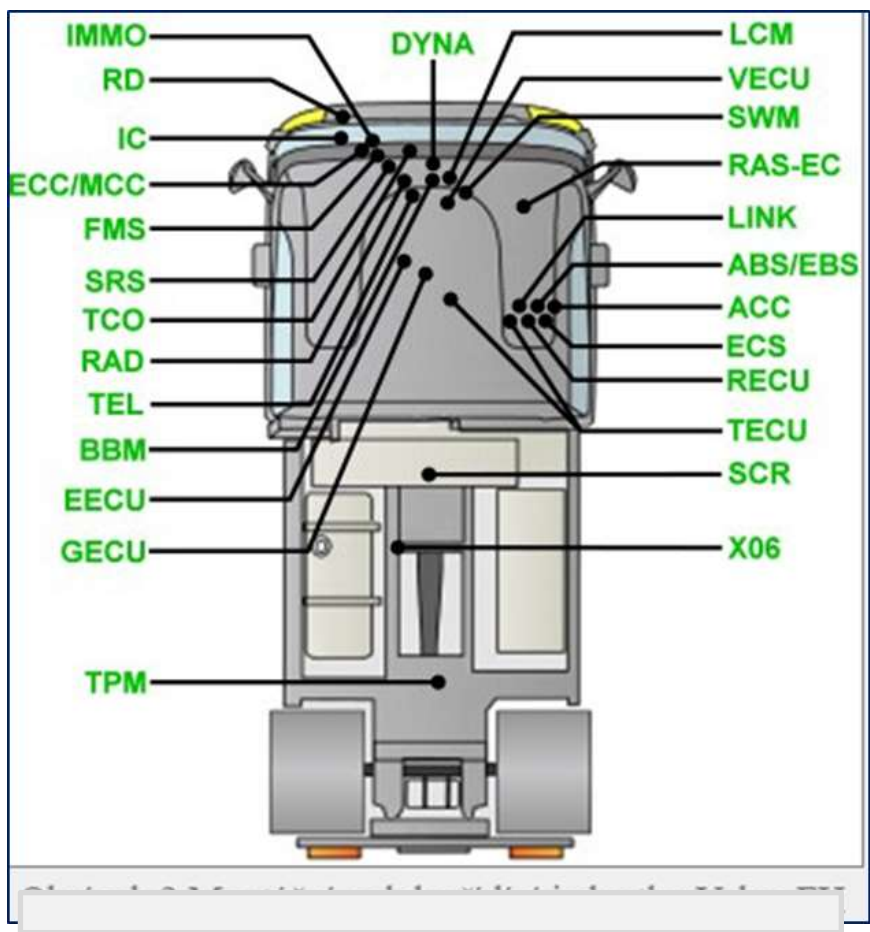
2.4 ELEKTRONICKÉ BRZDOVÉ SOUSTAVY UŽITKOVÝCH VOZIDEL

2.4.1 Úvod do problematiky brzdových soustav

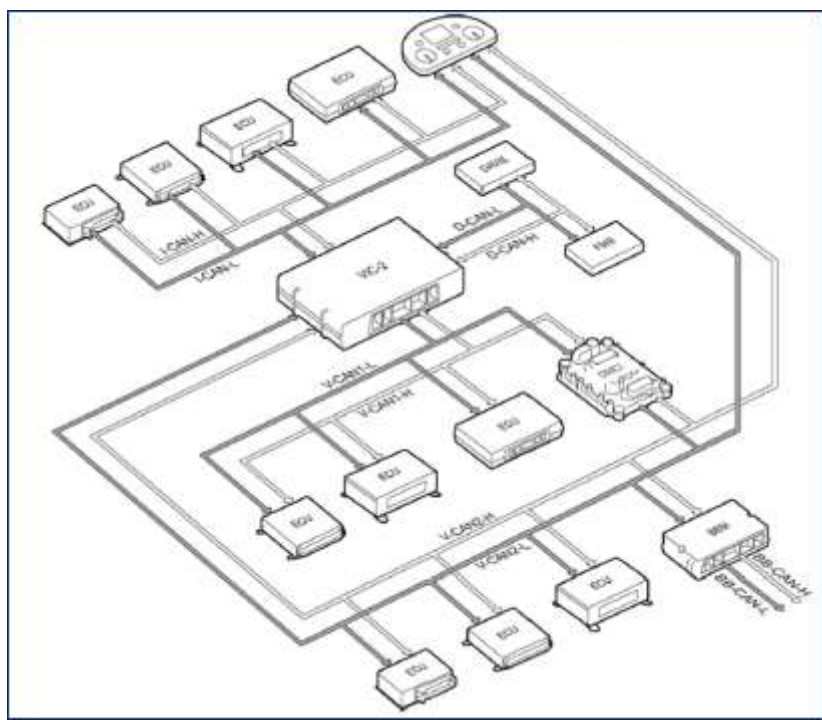
V předchozí části disertační práce je stručně popsána historie vývoje brzdových soustav užitkových vozidel, ze které je zřejmé, že elektronické brzdové soustavy jsou součástí elektronické výbavy vozidla, respektive součástí elektronických řídicích soustav vozidla jako celku.

Tyto elektronicky řízené soustavy vozidla vzájemně komunikují prostřednictvím standardizovaných komunikačních protokolů, vzájemně využívají signály buď jako vstupní parametry pro definování výstupních veličin nebo jako kontrolní hodnoty. Komunikační struktury jednotlivých vozidel jsou dané výrobcem vozidla, tady není žádná legislativní norma pro jejich koncepci. Tato komunikační struktura vozidla akceptuje pouze komunikační protokoly, které jsou standardizovány v rámci mezinárodních dohod, případně komunikační protokoly výrobce vozidla, které jsou ale kompatibilní s ostatními protokoly. Na obr. 3 je jako příklad uvedená struktura elektronicky řízených soustav vozidla Volvo FH, kde jsou zobrazeny názvy a umístění řídicích jednotek jednotlivých elektronicky řízených soustav tohoto vozidla. Pokud je potřebné řešit technický problém v komunikaci elektronických řídicích soustav vozidla nebo je potřebné zjistit organizaci přenosu signálů a informací v rámci vozidla musíme znát komunikační strukturu CAN vozidla. Na obr. 4 je zobrazena komunikační struktura CAN vozidla DAF XF 105, kde je viditelné vzájemné propojení jednotlivých řídicích jednotek do příslušných obvodů CAN vozidla.

Informace v rámci komunikace jednotlivých elektronicky řízených soustav vozidla dle příslušných komunikačních protokolů jsou přenášeny prostřednictvím signálů CAN. Příklad signálu CAN, měřeného pomocí osciloskopu je zobrazená na obr. 5. Tyto signály jsou pak jednotlivými elektronicky řízenými soustavami dále zpracovány. Z tohoto úvodního popisu komunikační struktury vozidel je zřejmé, že brzdová soustava je součástí celkové elektronické výbavy vozidla a z pohledu znalecké činnosti je toto potřebné zohledňovat při řešení úkolů souvisejících s analýzou technického stavu vozidel jako celku, nebo také při analýze dopravních nehod užitkových vozidel a jízdních souprav.



Obr. 3 Příklad zobrazení elektronicky řízených soustav a umístění elektronických řídicích jednotek vozidla Volvo FH (zdroj: Esitronic KTS TRUCK BOSCH)



Obr. 4 Příklad komunikační struktury CAN vozidla DAF XF 105 (zdroj: archiv autora)



Obr. 5 Příklad měření signálu CAN pomocí osciloskopu (zdroj: archiv autora)

2.4.2 Obecný popis brzdových soustav, legislativní požadavky

Požadavky na brzdovou soustavu užitkového vozidla, na jeho koncepci, jednotlivé funkční režimy a testy soustav stanovuje předpis EHK č.- 13 – Dohoda o přijetí jednotných technických pravidel pro kolová vozidla, zařízení a části, které se mohou montovat a/nebo užívat na kolových vozidlech a o podmínkách pro vzájemné uznávání schválení, udělených na základě těchto pravidel. Původní předpis byl sjednán v Ženevě dne 20. března 1958 [71]. Tento předpis, který má působnost v rámci států Evropského hospodářského společenství, je implementován do příslušných národních legislativních norem. V České republice je to zejména Vyhláška č. 341/2014 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích [72].

Pro potřeby disertační práce je potřebné uvést některé základní pojmy a metodiky, které jsou uvedené v Předpisu EHK č. 13, včetně souvisejících příloh.

Část 1 vymezuje oblast působnosti, která se vztahuje na vozidla kategorií M2, M3, N a O z hlediska brzdění. Oblast působnosti tohoto předpisu nezahrnuje:

- vozidla, jejichž konstrukční rychlost nemůže přesáhnout 25 km/h,
- přípojná vozidla, která se nesmějí připojit za motorová vozidla s konstrukční rychlostí přesahující 25 km/h,
- vozidla zařízená pro řízení invalidy.

Vybrané základní pojmy definované tímto předpisem:

- Brzdový systém“ znamená soubor částí, jejichž funkcí je postupné zmenšování rychlosti jedoucího vozidla nebo jeho zastavení nebo jeho udržení v nehybném stavu, jestliže je již zastaveno; tyto funkce jsou specifikovány dále. Systém se skládá z ovládacího orgánu (ovládače), z brzdového převodu a z vlastní brzdy.
- „Ovládací orgán“ znamená část, kterou řidič (nebo u některých přípojných vozidel závozník) přímo ovládá dodávku energie do brzdového převodu, potřebnou pro brzdění nebo jeho ovládání. Touto energií může být svalová energie řidiče nebo jiný zdroj energie, ovládaný řidičem, nebo popřípadě pohybová energie přívěsu nebo kombinace těchto různých druhů energie. V disertační práci je ovládací orgán pedálový brzdič, respektive modul pedálového brzdiče, na který řidič působí svalovou energií. Jako další ovládací orgán může být také ventil parkovací brzdy, tento způsob ovládání brzdění ale není v disertační práci analyzován.
- „Ovládání“ znamená jak působení na ovládací orgán, tak jeho uvolňování
- „Brzda“ znamená část, kde se vyvíjejí síly, které kladou odpor pohybu vozidla. Brzda může být třecí (jestliže síly vznikají třením mezi dvěma vzájemně se pohybujícími částmi vozidla), elektrická (jestliže síly vznikají elektromagnetickým účinkem mezi dvěma navzájem se pohybujícími částmi vozidla, které se nedotýkají), hydrodynamická (jestliže síly vznikají účinkem kapaliny, která se nachází mezi dvěma navzájem se pohybujícími částmi vozidla), motorová (jestliže síly vznikají z umělého zvýšení brzdného účinku motoru, který se přenáší na kola). V rámci disertační práce je pod pojem brzda zahrnuta jednotka kolové brzdy, a to jak bubnová, tak kotoučová.
- „Součást brzdového systému“ znamená jeden z jednotlivých dílů, jejichž soubor tvoří brzdový systém.
- „Odstupňovatelné brzdění“ znamená brzdění, kdy v rámci normální činnosti brzdového zařízení a při jeho ovládání:
 - řidič může v každém okamžiku zvětšit nebo zmenšit brzdnou sílu působením na ovládací orgán;
 - brzdná síla se mění ve stejném smyslu jako působení na ovládací orgán (monotónní funkce);
 - brzdnou sílu je možné snadno a dostatečně jemně regulovat
- „Elektrické ovládací vedení“ znamená elektrické spojení mezi dvěma vozidly, které zajišťuje ovládací funkci brzdění taženého vozidla v jízdě soupravě. Obsahuje elektrickou kabeláž a konektor a zahrnuje části pro přenos dat a elektrické energie do ovládacího převodu přípojného vozidla. V disertační práci tento pojem zahrnuje elektrické propojení tahače a

návěsu přes ISO 7638. Toto elektrické rozhraní zahrnuje elektrické napájení elektronické řídicí jednotky TEBS nebo ABS, elektromagnetických ventilů a také komunikaci přes CAN, tedy přenos dat mezi tažným a přípojným vozidlem.

- „Přenos dat“ znamená přenos digitálních dat podle řídicího postupu. Pro konkrétní aplikaci v případě jízdních souprav se jedná o využití přenosu dat a signálů pomocí komunikačního protokolu, který je součástí ISO 7638.
- „Řízení síly ve spoji vozidel“ znamená systém nebo funkci k automatickému vyrovnávání poměrné brzdné síly tažného a přípojného vozidla. Ve vztahu k jízdním soupravám, která byla předmětem měření v rámci disertační práce se jedná o sladění brzdného účinkou brzdových soustav tažného a přípojného vozidla.
- „Signál brzdění“ znamená logický signál, který udává, že brzdový systém byl uveden do činnosti, jedná se zejména o generování signálu k aktivaci brzdových světel.
- „Stabilitní funkce vozidla“ znamená elektronickou řídicí funkci vozidla, která zlepšuje dynamickou stabilitu vozidla. Stabilitní funkce vozidla obsahuje jednu nebo obě z následujících funkcí:
 - a) směrové řízení,
 - b) opatření proti převrácení.
- Řídicí funkce v rámci stabilitní funkce vozidla:
 - „Směrové řízení“ znamená funkci v rámci stabilitní funkce vozidla, která pomáhá řidiči v podmínkách nedotáčivosti nebo přetáčivosti a v mezích fyzikálních možností vozidla udržet vozidlo ve směru zamýšleném řidičem v případě motorového vozidla a pomáhá udržet přípojný vozidlo ve směru tažného vozidla v případě přípojného vozidla. V současném stavu technické výbavy tahačů se jedná zejména o soustavu ESP (elektronickou stabilizační soustavu), která splňuje podmínky definice pro směrové řízení vozidla dle předpisu EHK č. 13. Jedná se o přídatnou funkci, která se používá zejména u autobusů, u tahačů se vybavenost touto soustavou v současné době pohybuje na úrovni přibližně 30 až 40 %, ale toto procento se u nových vozidel poměrně rychle zvyšuje. U tahačů, použitých pro měření v rámci disertační práce nebyl ani jeden z tahačů vybaven touto soustavou.
 - „Opatření proti převrácení“ znamená funkci v rámci stabilitní funkce vozidla, která reaguje na hrozící převrácení tak, aby se v mezích fyzikálních možností stabilizovalo motorové vozidlo nebo jízdní souprava nebo přípojný vozidlo v průběhu dynamických manévřů. Tato stabilitní funkce se používá u

přípojných vozidel, je známá pod označením RSS nebo RSP. Tyto soustavy jsou vzhledem k poměrně jednoduché aplikaci a aktivaci u přípojné techniky velice běžné, lze říci, že asi 80 až 90 % návěsů, které jsou v provozu, mají aktivní tuto přídatnou funkci. Také návěsy, které byly použity pro měření v rámci disertační práce, měly tuto funkci aktivní.

- „Elektrické/elektronické rozhraní v brzdovém systému“ znamená část rozpojitelného elektrického/elektronického spojení mezi tažným vozidlem a taženým vozidlem, která je určena pro brzdový systém. Jedná se o technické provedení 5-ti, nebo 7-mi pinových konektorů propojení ISO 7638.

Předpis EHK č. 13 definuje pojmy, technické vlastnosti brzdových soustav, jejich součástí a metodiku jejich zkoušek. Zejména pro servisní využití je výrobcí brzdových soustav definováno rozdělení dle způsobu definování výsledného brzdného tlaku [61], [58].

Základní rozdělení brzdových soustav užitkových vozidel je dle způsobu, jakým je definován výsledný brzdový tlak, který prostřednictvím brzdových válců vyvodí potřebnou brzdovou sílu, a to na:

- **Konvenční brzdové soustavy**, u kterých je požadovaný brzdový tlak regulován na základě pneumatických signálů bez elektronické regulace.
- **Elektronické brzdové soustavy (EBS)**, kde je požadovaný brzdový tlak regulován elektronickou řídicí jednotkou prostřednictvím akčních členů.

Jízdní souprava užitkových vozidel se skládá ze dvou vzájemně propojených, ale z pohledu vyvození brzdného účinku nezávislých brzdových systémů. Jedná se o brzdovou soustavu tažného vozidla a brzdovou soustavu přípojného vozidla. Na obr. 6 je zobrazeno základní schéma komunikace brzdových soustav tažného a přípojného vozidla. Toto komunikační propojení primárně vychází z předpisu EHK č. 13.



Obr. 6 Základní schéma komunikace brzdových soustav tažného a přípojného vozidla
(zdroj: archiv autora)

Brzdové soustavy tažného a přípojného vozidla jsou funkčně nezávislé, ale mezi těmito soustavami probíhá vzájemná komunikace. Brzdová soustava tažného vozidla zabezpečuje plnění brzdové soustavy přípojného vozidla stlačeným vzduchem, aktivaci parkovací brzdy a také přenos brzdného požadavku, a to pomocí pneumatického signálu a také pomocí CAN (Controller Area Network) přes standardizované rozhraní ISO 7638. V případě elektronicky řízených soustav dochází při brzdění také ke korekci brzdného požadavku jako vstupního signálu pro elektronickou řídicí jednotku přípojného vozidla, čímž je ovlivněno vzájemné sladění brzdných účinků tažného a přípojného vozidla.

Sladění brzdných účinků tažného a přípojného vozidla je důležitým parametrem, který ovlivňuje stabilitu jízdní soupravy při brzdění. Sladění brzdných účinků tažného a přípojného vozidla je dlouhodobě diskutovaná a řešená problematika, která je také předmětem školení servisních pracovníků. Kromě vlivu na stabilitu jízdní soupravy, ovlivňuje sladění také opotřebení brzdových segmentů tažného a přípojného vozidla, má tedy přímý vliv na ekonomiku provozu.

Problematika sladění brzdného účinku tažného a přípojného vozidla je popsána v dokumentaci výrobců brzdových soustav užitkových vozidel Knorr-Bremse [61], [62] a Wabco [57], [58]. Jedná se ale o popisy metod, tedy postupů, které lze aplikovat při sladění brzdných účinků tažného a přípojného vozidla vzhledem ke specifikám konfigurace jednotlivých parametrů těchto výrobců. Ani jeden z výrobců ale neuvádí hodnoty změn parametrů, pouze limity, které nelze z legislativních důvodů překročit. Sladění brzdného účinku jízdní soupravy jako celku je tedy závislé na odborných znalostech a praxi servisního personálu a také na technickém vybavení servisu.

Sladění brzdných účinků tažného a přípojného vozidla je prováděno dvěma způsoby:

- V případě, že obě vozidla mají osazený elektronický brzdový systém (EBS, respektive TEBS), tak v průběhu brzdění probíhá regulace brzdného účinku přípojného vozidla. Toto je regulováno elektronickou řídicí jednotkou tažného vozidla, která na základě indikací o intenzitě brzdného účinku přípojného vozidla provádí korekci ovládacího tlaku a současně také odpovídajícího signálu CAN prostřednictvím komunikačního protokolu ISO 7638. Tato regulace má ale svá omezení dané legislativními požadavky a limitními parametry regulace.
- Změnou, respektive korekcí brzdových parametrů elektronické řídicí jednotky modulátoru TEBS přípojného vozidla. Tyto korekce provádí servis, který disponuje potřebným technickým vybavením.

Vzájemné sladění brzdného účinku těchto dvou brzdových soustav z hlediska bezpečnosti provozu ovlivňuje:

- Celkovou brzdnou dráhu jízdní soupravy při brzdění.
- Stabilitu jízdní soupravy při brzdění.
- Tepelné zatížení třecích segmentů jednotek kolových brzd.

2.4.3 Elektronické brzdové soustavy užitkových vozidel

V této části disertační práce je uveden základní popis funkce elektronických brzdových soustav tažného a přípojného vozidla. Elektronické brzdové soustavy jsou v současné době osazeny na většině užitkových vozidel a měření parametrů pro účely disertační práce bude prováděno také na jízdních soupravách osazených elektronickými brzdovými soustavami.

Celková koncepce a také funkce elektronických brzdových soustav není u všech vozidel shodná. I když principiálně je jejich funkce prakticky totožná (myšleno pro potřeby znalecké praxe), konfigurace, použité komponenty a programování parametrů řídicích jednotek je specifické pro výrobce brzdových soustav a také pro výrobce vozidel.

Elektronická brzdová soustava tažného vozidla

Elektronická brzdová soustava (EBS) pracuje na odlišném principu jako konvenční brzdová soustava. U konvenční brzdové soustavy se regulace výsledných brzdných tlaků v brzdových válcích provádí na základě změn řídicích tlakových signálů souvisejících se stlačením brzdového pedálu a stavu zatížení vozidla.

Brzdová soustava tažného vozidla dle předpisu EHK 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).

U elektronické brzdové soustavy elektronická řídicí jednotka zpracovává vstupní informace, které jsou základními vstupními parametry pro výpočet výsledných brzdných tlaků.

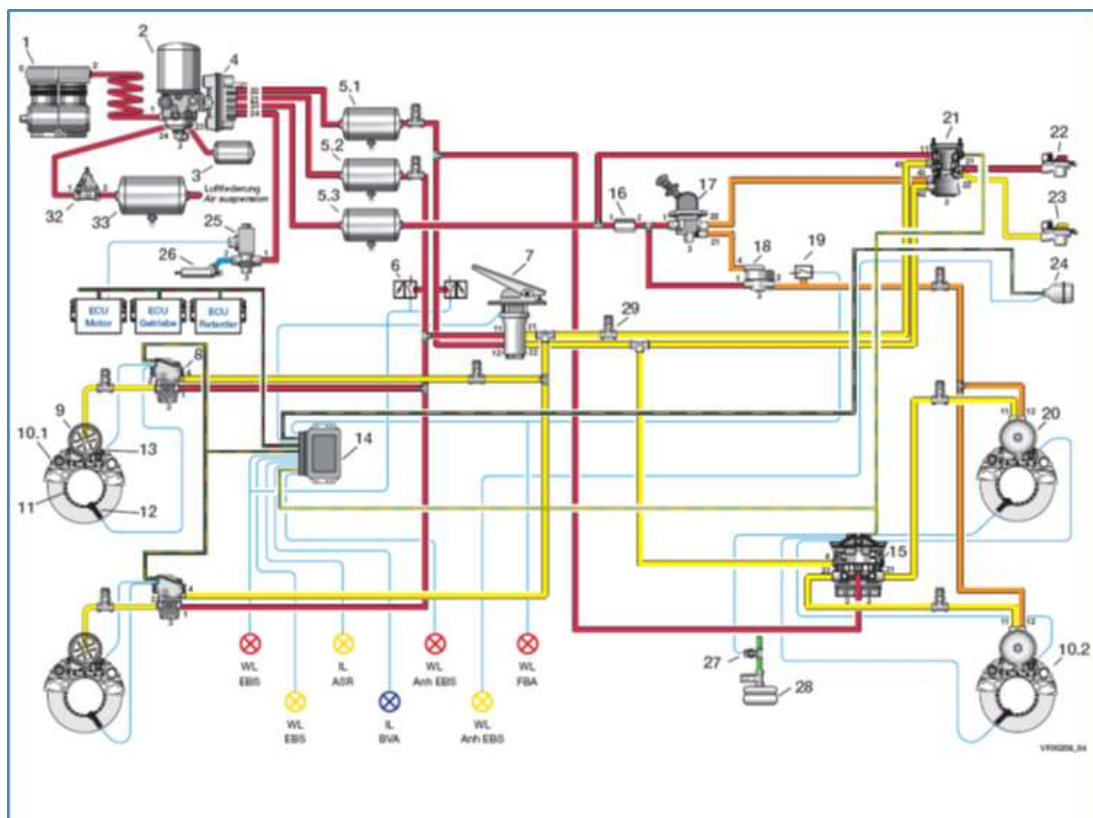
Nutnou podmínkou pro přenos informací mezi jednotlivými komponenty EBS systému je osazení vozidla komunikační soustavou CAN. Přes CAN je také prováděna komunikace řídicí jednotky EBS s řídicími jednotkami dalších systémů vozidla, jako jsou například řízení motoru, převodovky, retardéru, tachografu, elektronického pérování a podobně.

Jedním ze základních vstupních parametrů pro výpočet výsledných brzdných tlaků je informace o brzdném požadavku řidiče, tedy o poloze **brzdového pedálu**.

Dále řídicí jednotka EBS pracuje zejména s těmito signály:

- Otáčky pólového kola.
- Informace o zatížení vozidla (závisí od typu systému EBS).
- Informace o opotřebení brzdového obložení a kotoučů.

Funkční schéma elektronické brzdové soustavy je zobrazeno na obr. 7.



Obr. 7 Funkční schéma elektronické brzdové soustavy EBS [23]

Legenda k funkčnímu schématu:

1. kompresor
2. vysoušeč vzduchu s integrovaným regulátorem tlaku
3. regenerační vzduchojem
4. víceokruhový jistící ventil
5. 5.1 – 5.3 vzduchojemy pro okruhy 1 až 3
6. Snímače tlaku pro okruhy 1 až 2
7. modul pedálového brzdíče
8. EBS modulátor – jednokanálový
9. brzdový válec přední nápravy
10. 10.1 a 10.2 kotoučové brzdy přední a zadní nápravy
11. pólové kolo
12. snímač otáček
13. snímač opotřebení brzdového obložení
14. elektronická řídicí jednotka EBS
15. EBS modulátor – dvoukanálový
16. zpětný ventil
17. ventil ruční brzdy
18. relé ventil
19. tlakový spínač ruční brzdy
20. kombinovaný brzdový válec – zadní náprava
21. modul brzdíče přívěsu
22. spojková hlavice plnicí (červená)
23. spojková hlavice ovládací (žlutá)
24. el. přípojka 7-pin, ISO 7638
25. elektromagnetický ventil

-
26. pracovní válec
 27. snímač tlaku – snímač zatížení
 28. měch pérování
 29. kontrolní přípojka

Popis funkce:

Plnění

Tlakový vzduch, který je vytvořen kompresorem (1) proudí přes vysoušeč vzduchu s integrovaným regulátorem tlaku (2) do regeneračního vzduchojemu (3) a k víceokruhovému jistícímu ventilu (4). Ve filtrační vložce vysoušeče je vzduch zbaven vlhkosti a nečistot. Po dosažení potřebného otvácacího tlaku ve víceokruhovém jistícím ventilu se tlakový vzduch dostává do vzduchojemů prvního a druhého okruhu (5.1 a 5.2) až ke vstupu k modulu hlavního brzdíče (7). Tlak v těchto okruzích je snímán a po překročení 65% provozního tlaku dojde k zhasnutí kontrolky. Po naplnění aspoň jednoho vzduchojemu brzdových okruhů na potřebný tlak dochází k dalšímu plnění okruhů III a IV, kterých pořadí je dáno nastavením víceokruhového jistícího ventilu (4). Víceokruhový jistící ventil může být integrován do konvenční pneumatické jednotky přípravy vzduchu nebo do elektronického vysoušeče. Okruh III zabezpečuje plnění systému parkovací brzdy a plnění brzdového systému a pneumatického systému pérování přípojného vozidla. Ruční brzdový ventil (17) a relé ventil (18) jsou plněny přes zpětný ventil (16). Od vzduchojemu 5.3 proudí tlakový vzduch přes modul brzdíče přívěsu (21) k plnicí spojkové hlavici (22). Pak probíhá rovnoměrné doplnění jednotlivých okruhů až do dosažení vypínacího tlaku regulátoru. Po dosažení tohoto tlaku je vzduch odpouštěn přes vysoušeč do atmosféry, a současně aktivována funkce ESS kompresoru, pokud je kompresor tímto systémem vybaven.

Ukončení plnění vzduchotlakového systému vozidla, jízda

Brzdový válec přední nápravy (9) a provozní část kombinovaného brzdového válce zadní nápravy (20) jsou při jízdě bez tlaku. Přes ventil ruční brzdy (17) proudí vzduch k relé ventilu (18) a k modulu brzdíče přívěsu (21). Relé ventil plní tlakovým vzduchem pružinovou část kombinovaných brzdových válců (20). Po překročení uvolňovacího tlaku pružin se tyto pružiny nacházejí ve stlačeném stavu, tj. v poloze pro jízdu a přes tlakový spínač dojde ke zhasnutí kontrolky. Ovládací spojková hlavice (23) je odvdušněna přes modul brzdíče přívěsu (21).

Brzdění

Provozní brzda

Stlačením pedálu modulu hlavního brzdíče (7) je poloha tohoto pedálu snímána integrovaným snímačem a do elektronické řídicí jednotky (14) je vyslán odpovídající elektrický signál. V závislosti na provedení brzdového systému se jedná buď o analogový signál nebo o signál PWM. Tato informace je jednou ze základních hodnot, kterou řídicí jednotka potřebuje pro výpočet výsledného brzdného tlaku a v případě, že tato informace není pro řídicí jednotku z jakéhokoliv důvodu dostupná, brzdový systém pracuje v poruchovém, pneumatickém režimu. Informace o zatížení vozidla je v závislosti na typu elektronického brzdového systému a konfigurace systému přerovnána do řídicí jednotky elektronického brzdového systému zaslána formou digitálního signálu ze snímače zatížení (27). Řídicí jednotka vypočítá odpovídající brzdné tlaky a vyšle digitální signál do EBS modulátorů přední a zadní nápravy (8 a 15). Tyto EBS modulátory následně řídí tlaky v brzdových válcích (9 a 20). Následně se plynule zvyšuje tlak v okruzích I. a II., tento tlak odpovídá tzv. brzdnému požadavku řidiče. Elektronická řídicí jednotka v této fázi brzdění porovnává a v případě potřeby reguluje skluz kol zadní a přední nápravy. Tady se ale nejedná o aktivaci systému ABS, pouze o regulaci brzdného tlaku za účelem optimalizace brzdného účinku.

Pokud je tažné vozidlo vybaveno systémem optimalizace opotřebení brzdových kotoučů a brzdových desek, je na každém kole – brzdovém třmenu snímáno opotřebení brzdového obložení (desek) a kotoučů, tyto informace jsou formou signálu zaslány do řídicí jednotky, která při zjištění rozdílů v opotřebení koriguje brzdové tlaky tak, aby bylo opotřebení brzdového obložení a kotoučů kol jednotlivých náprav optimalizováno. Tato regulace se aktivuje ve fázi normálního provozního brzdění.

Uvolnění provozní brzdy:

Při uvolnění brzdového pedálu je vyslán signál do řídicí jednotky a zároveň modul brzdíče přívěsu od vzdušné ovládací větve přípojného vozidla.

Parkovací brzda:

Okruh parkovací brzdy je vzhledem k legislativním požadavkům prakticky totožný s okruhem parkovací brzdy konvenčních brzdových systémů, jeho funkce není řízena ani ovlivňována elektronickou řídicí jednotkou.

Nastavením páčky ventilu ruční brzdy do parkovací polohy dojde k odpuštění tlaku na ovládacím přípoji relé ventilu a na brzdíči přívěsu. Následkem toho od vzdušné relé ventil pružinové části kombinovaných brzdových válců a také tlakový spínač. Vozidlo je zabrzděno silou pružin a svítí výstražná kontrolka. Úměrně poklesu tlaku na ovládacím přípoji brzdíče přívěsu vzrůstá tlak na spojkové hlavici ovládací větve.

Uvolnění parkovací brzdy:

Přestavením páčky ventilu ruční brzdy do polohy „jízda“ se zavzdušňují pružinové části kombinovaných brzdových válců a současně dochází k odvzdušnění ovládací větve přípojného vozidla.

Nouzová brzda:

Při výpadku některé části okruhu provozní brzdy musí dojít k aktivaci nouzové brzdy, která zabezpečí zastavení vozidla a jeho zabrzdění i v průběhu nouzového parkování až do odstranění závady. Pro účely manipulace s vozidlem musí existovat možnost mechanického uvolnění nouzové brzdy.

Nouzová brzda může být vestavěna v okruhu provozní nebo parkovací brzdy a jsou využity komponenty těchto soustav.

Pneumatický nouzový režim:

Pneumatický nouzový režim elektronického brzdového systému je aktivován automaticky v případě, že:

Multiznačkové diagnostické systémy, které kromě základních funkcí (načtení a výmaz závad, nastavení servisních intervalů apod.) umožňují také rozšířené diagnostické funkce, kupříkladu nastavení parametrů řídicích jednotek, načtení a vložení sad parametrů do řídicích jednotek, kódování vstřikovačů, funkční testy apod., obsahují také rozsáhlou databázi technických informací.

Multiznačkové diagnostické systémy, které umožňují základní diagnostiku elektronických řídicích systémů, jedná se zejména o načtení a výmaz závad, nastavení servisních intervalů v omezeném rozsahu a základní funkční testy. Tyto diagnostické systémy zpravidla nedisponují databází technických informací nebo je tato databáze velice omezená.

- závada v přenosu vstupních signálů.
- nekorektní vstupní parametry.
- závady komponentů, které snímají nebo zpracují vstupní parametry.

Multiznačkové diagnostické systémy, které kromě základních funkcí (načtení a výmaz závad, nastavení servisních intervalů apod.) umožňují také rozšířené diagnostické funkce, kupříkladu nastavení parametrů řídicích jednotek, načtení a vložení sad parametrů do řídicích jednotek, kódování vstřikovačů, funkční testy apod., obsahují také rozsáhlou databázi technických informací.

Multiznačkové diagnostické systémy, které umožňují základní diagnostiku elektronických řídicích systémů, jedná se zejména o načtení a výmaz závad, nastavení servisních intervalů v omezeném rozsahu a základní funkční testy. Tyto diagnostické systémy zpravidla nedisponují databází technických informací nebo je tato databáze velice omezená.

- závady komponentů.
- závady v přenosu výstupních signálů.

Činnost nouzového režimu:

Činnost brzdové soustavy v nouzovém režimu je závislá na typovém provedení brzdového systému. V nouzovém režimu není aktivní elektronická regulace brzdného účinku. Činnost nouzového režimu je velice podobná provoznímu brzdění konvenčního brzdového systému, není ale aktivní zátěžová regulace. Toto je u některých typů elektronických brzdových soustav kompenzováno proporcionální regulací brzdového tlaku na přední nápravě. Je ale potřebné zdůraznit, že není aktivní soustava ABS, ASR, stabilizační soustava a nedochází k přenosu některých signálů do dalších elektronicky řízených soustav vozidla. Brzdová soustava vozidla tedy nesplňuje potřebné technické a legislativní podmínky pro provoz vozidla na pozemních komunikacích.

Na základě stlačení pedálu modulu pedálového brzdiče (7) jsou odpovídající tlaky z výstupů 21 a 22 přeneseny na přípoje 4 jednonábových nebo dvounábových EBS modulátorů (8 a 15) nebo na proporcionální reléové ventily, v závislosti na typovém provedení brzdového systému. Tyto modulátory a proporcionální reléové ventily v nouzovém režimu pracují jako konvenční relé ventily, výstupní brzdový tlak na výstupech 2 (21 a 22) k brzdovým válcům odpovídá hodnotě tlaku na přípojce 4.

Protiblokovací soustava ABS a protiskluzový soustava ASR

Protiblokovací soustava ABS je jednou z funkcí elektronické brzdové soustavy EBS. Jedná se o soustavu, která je součástí všech brzdových soustav užitkových vozidel a její použití je vyžadováno legislativou.

Primární funkcí protiblokovací soustavy ABS je zachování říditelnosti a stability jízdní soupravy při brzdění na povrchu se sníženou adhezí. Nejedná se tedy o zkracování brzdné dráhy, což je poměrně častý názor. Z vlastních praktických zkušeností mohu také uvést, že v oblasti diagnostiky užitkových vozidel, je poměrně rozšířený názor, že diagnostika a testy akčních členů a dalších komponent soustavy ABS, a to zejména u konvenčních brzdových soustav, je diagnostikou brzdové soustavy. Tento názor je ovšem nesprávný, protože soustava ABS je pouze jednou z dílčích soustav brzdové soustavy jako celku.

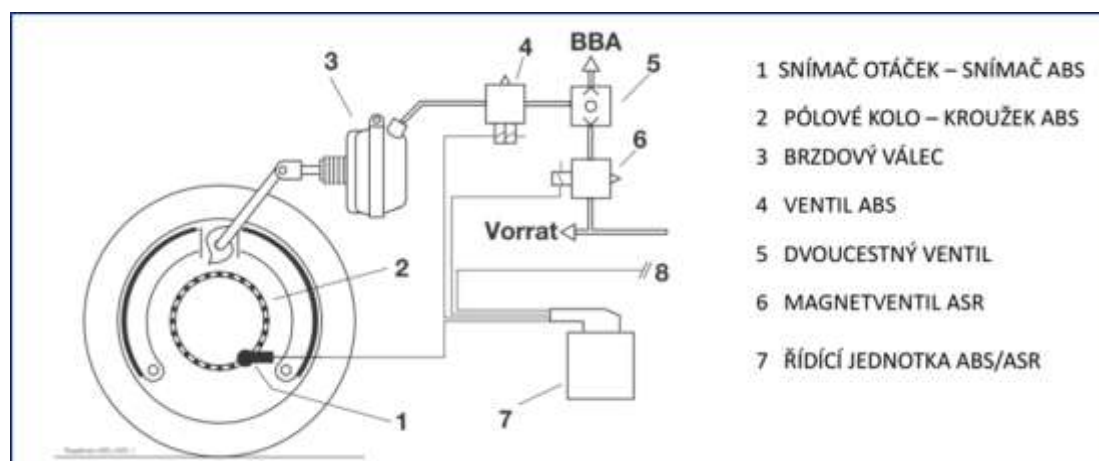
Protiskluzová regulace ASR je další z dílčích soustav brzdového systému, jehož použití u tažných vozidel je podmíněno legislativou. Základní funkcí této soustavy je zabránit prokluzu kol při rozjezdu tažného vozidla na povrchu se sníženou adhezí. Pro zvýšení trakce hnaných kol tažného vozidla je v případě jízdní soupravy vhodná kombinace ASR a funkce pomoci při rozjezdu. Pomoc při rozjezdu je jednou z běžných přídatných funkcí elektronické brzdové soustavy návěsu (TEBS).

V rámci komunikační struktury vozidla je pro další soustavy vozidla důležitá také informace o aktivaci soustav ABS a ASR. Jedná se zejména o další zpomalovací soustavy (kupříkladu retardér, intardér, motorovou brzdu), ale také o další elektronicky řízené soustavy vozidel (kupříkladu převodovky, natáčení kol zadních náprav, přídatné funkce trakčních systémů ve stížených podmínkách). Tyto informace jsou přenášeny buď přímo z elektronické brzdové soustavy vozidla, nebo zprostředkovaně přes centrální řídicí soustavy).

Popis funkce, možných variant provedení a hlavních komponentů bude uveden níže.

Popis funkce systémů ABS a ASR

Principiálně je funkce ABS a ASR totožná pro konvenční a také elektronické brzdové soustavy. Schéma funkce protiblokovací soustavy ABS a protiskluzové soustavy ASR je uvedena na obr. 8.



Obr. 8 Schéma funkce ABS a ASR [60]

Snímání počtu otáček

Otáčením pólou kola vzniká ve snímačích otáček střídavé napětí, jehož frekvence je úměrná počtu otáček kol vozidla. Elektronická řídicí jednotka vypočítává z počtu otáček kol rychlost kola, kterou dle zadaného algoritmu použije pro výpočet skluzu. K tomuto výpočtu používá rychlost vozidla, kterou získá několika způsoby, které jsou závislé na typovém provedení brzdového

systemu vozidla a na konfiguraci elektronicky řízených systémů vozidla a jejich komunikační struktury (topologie). Může se jednat kupříkladu o informace z tachografu nebo o zprostředkovanou informaci z některé z centrálních řídicích jednotek apod.

Regulace ABS

K regulaci ABS dochází vždy, když má v průběhu brzdění jedno nebo více kol sklon k blokování, respektive překračuje zadané toleranční pásmo optimálního skluzu. Dochází k tomu zpravidla za snížené adheze nebo při brzdění v kritických situacích. V tomto případě elektronická řídicí jednotka reguluje tlak v brzdových válcích přes tlakové ovládací ventily (ABS modulátory), které mohou být integrované v modulátorech EBS. Touto regulací je dosahováno optimálních brzdných sil vzhledem k adhezi a je zachována řiditelnost a stabilita vozidla nebo jízdní soupravy. Porucha systému ABS je signalizována rozsvícením oranžové kontrolky a systém je v tomto stavu nefunkční. Vozidlo v tomto stavu nesplňuje technické a legislativní podmínky pro provoz na pozemních komunikacích. V rámci chybové topologie je potřebná znalost konkrétního typového provedení a konfigurace soustavy ABS, protože nelze zjednodušeně konstatovat, že závada některých z komponentů soustavy ABS znamená, že soustava ABS nebude funkční. V rámci své rozhodovací logiky dokáže elektronická řídicí jednotka na základě kontrolních signálů identifikovat rozsah a „kvalitu“ těchto signálů a na základě toho zvolí vhodnou konfiguraci regulačního algoritmu (kupříkladu IR, MIR, SSL apod.), dle předem naprogramovaných rozhodovacích kritérií, nebo v případě, že nelze spolehlivě zabezpečit regulaci ABS, deaktivuje soustavu ABS a dojde k signalizaci tohoto stavu aktivací výstražné kontrolky na přístrojovém panelu vozidla. V případě změny regulačního algoritmu nedochází k aktivaci výstražné kontrolky, což má svoje odůvodnění, protože soustava ABS je funkční. Tento stav lze zjistit použitím sériové nebo paralelní diagnostiky.

Regulace ASR

K regulaci ASR dochází vždy, když při rozjezdu vozidla dochází k prokluzu hnacích kol. K identifikaci prokluzu kol se využívá snímačů otáček pólového kola, tedy totožného snímače, který se používá u soustavy ABS nebo pro regulaci brzdného účinku elektronické brzdové soustavy EBS. V současné době je používán poměrně jednoduchý indukční snímač, ale tendenci do budoucího období je použití Hallova snímače obdobně, jak je tomu v oblasti osobních vozidel nebo lehkých užitkových vozidel.

Soustava ASR má jako hlavní funkci zabránit prokluzu hnaných kol při rozjezdu. K tomuto je použito variantní regulace, kdy jako základní je u tažných vozidel, které se běžně vyskytují v provozu, použita regulace brzdného tlaku do brzdového válce pomocí jednoduchého elektromagnetického ventilu ASR v kombinaci s redukcí kroutícího motoru. Pokud by bylo použito

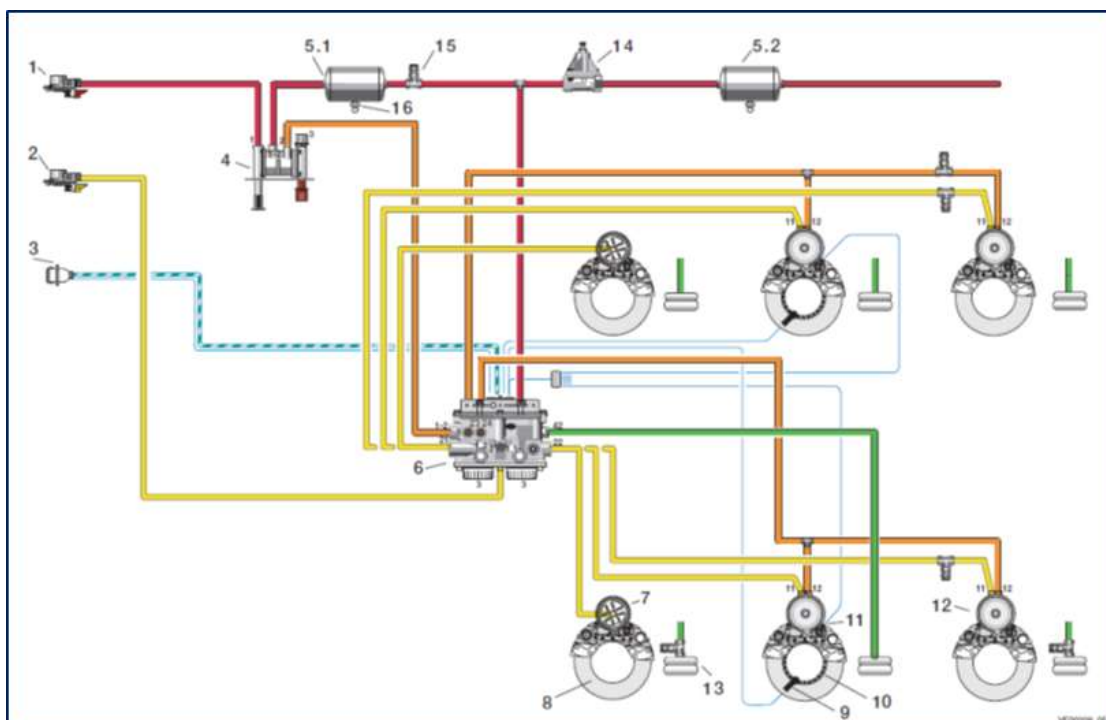
pouze redukce krouticího momentu, není v případě užitkových vozidel kategorií, na které je disertační práce zaměřena, zabezpečena dostatečně rychlá odezva soustavy ASR. Regulace, respektive snížení krouticího momentu motoru je prováděno v závislosti na typovém provedení systému vstřikování paliva a topologie komunikačního systému vozidla. Komunikace mezi brzdovou soustavou a dalšími systémy vozidla probíhá zpravidla dle komunikačního protokolu J 1939.

Řídící elektronická jednotka ABS aktivuje příslušný brzdový ventil ASR a je zavzdušňován brzdový válec kola, které prokluzuje. Když je tato regulace nedostatečná, řídící jednotka ABS vyšle signál na regulaci snížením krouticího momentu motoru. Tato regulace probíhá v závislosti na druhu ovládání vstřikování paliva. V případě současných vozidel, kdy je používán elektronický systém vstřikování paliva, řídící jednotka dostává signál k redukci dávky paliva a tím dochází k omezení krouticího momentu motoru. Regulace ASR brzděním kol je aktivní pouze do rychlosti 40 km/h, regulace ASR snížením krouticího momentu motoru je aktivní v celém rozsahu rychlostí. Každá aktivace systému ASR je signalizována rozsvícením oranžové kontrolky.

Elektronická brzdová soustava přípojného vozidla

V porovnání s konvenčním systémem má elektronická brzdová soustava méně komponentů ve srovnání s konvenční brzdovou soustavou. Pro splnění všech legislativních požadavků na brzdovou soustavu návěsů, postačují u moderních soustav prakticky dva komponenty – modulátor EBS, parkovací a uvolňovací ventil. Zapojení těchto přístrojů v soustavě je závislé na výrobci a při jejich výměně je potřebné dodržovat jejich pokyny. V dalším bude popsána jedna ze soustav, některé funkce se tedy mohou v závislosti na výrobci částečně odlišovat, ale principiální funkce je prakticky totožná.

Funkční schéma elektronické brzdové soustavy návěsu je zobrazeno na obr. 9.



Obr. 9 Funkční schéma elektronické brzdové soustavy přípojného vozidla – návěsu [62]

Legenda k funkčnímu schématu:

1. spojková hlavice plnicí (červená)
2. spojková hlavice ovládací (žlutá)
3. přípojka ISO 7638
4. parkovací a uvolňovací ventil
5. 5.1 a 5.2 vzduchojemy pro brzdový okruh a okruh pérování
6. EBS modulátor s řídicí jednotkou
7. brzdový válec
8. kotoučové brzdy
9. snímač otáček
10. pólové kolo
11. snímač opotřebení brzdového obložení
12. kombinovaný brzdový válec
13. měch pérování

-
14. propouštěcí ventil
 15. kontrolní přípojka
 16. odvodňovací ventil

Popis funkce:

Plnění:

Plnicí tlakový vzduch proudí z motorového vozidla přes plnicí spojkovou hlavici (1) k parkovacímu a uvolňovacímu ventilu (4). Nejdříve je plněn vzduchojem provozní brzdy (5.1), odkud je přiváděn vzduch do EBS modulátoru s elektrickou řídicí jednotkou (6). Po dosažení otevíracího tlaku přepouštěcího ventilu (14) bude plněn vzduchojem okruhu pérování (5.2)

Jízda:

Ovládací (brzdící) spojková hlavice je bez tlaku a CAN signál přenáší informaci „provozní brzda uvolněna“. Také brzdové válce jsou bez tlaku. Parkovací a uvolňovací ventil (4) zavzdušňuje přes EBS modulátor (6) pružinové části kombinovaných brzdových válců a pružiny jsou v zadní – zatlačené poloze.

Brzdění:

Provozní brzda:

Při brzdění proudí tlakový vzduch z tažného vozidla přes ovládací spojkovou hlavici (2) do EBS modulátoru (6). Jeho tlak je závislý na brzdovém požadavku, tedy na stlačení brzdového pedálu. Tento ovládací tlak bude tlakovým senzorem, který je integrovaný v EBS modulátoru, převeden na elektrický signál a tento signál je dále zaslán do elektrické řídicí jednotky. Když je tažné vozidlo osazené systémem EBS, je do řídicí jednotky přípojného vozidla přiveden odpovídající CAN signál. Řídicí jednotka přípojného vozidla porovná tyto dva signály a rozezná, zda se jedná o brzdění provozní, nebo parkovací brzdou. Zatížení vozidla je snímáno z měchů pérování snímačem tlaku, který je u současných přípojných vozidel integrovaný v EBS modulátoru. Na základě informací o brzdovém požadavku a zatížení vozidla řídicí jednotka vypočítá výsledný brzdový tlak, který pak bude přiveden do brzdových válců a bude vyvozen potřebný brzdový účinek návěsu.

Uvolnění provozní brzdy:

Při uvolnění brzdy bude odvzdušněna ovládací větev a souběžně bude do řídicí jednotky EBS vyslán odpovídající CAN signál. V návaznosti na to, řídicí jednotky odvzdušní brzdové válce.

Parkovací brzda:

Při vytažení červeného tlačítka na parkovacím a uvolňovacím ventilu bude odvzdušněna pružinová část kombinovaných brzdových válců. Vozidlo bude zabrzděno mechanicky, působením pružin kombinovaných brzdových válců.

Nouzové brzdění:

Při odvzdušnění brzdového okruhu přípojného vozidla bude automaticky aktivována nouzová brzda. K zabrzdění vozidla dojde v důsledku odvzdušnění pružinových částí kombinovaných brzdových válců, vozidlo bude zabrzděno mechanickým působením pružin na kolové brzdové jednotky.

Automatická brzdová soustava:

Při rozpojení nebo přetržení plnicí větve bude přes parkovací a uvolňovací ventil aktivováno automatické brzdění tak, že jsou odvzdušněny pružinové části kombinovaných brzdových válců.

Pro potřeby disertační práce budou popsány také další elektronicky řízení soustavy, které přímo souvisí a komunikují s brzdovou soustavou tažného nebo přípojného vozidla.

Protiblokovácí soustava ABS

Popis funkce soustavy ABS:

Snímání počtu otáček

Otáčením pólového kola vzniká ve snímačích otáček střídavé napětí, jehož frekvence je úměrná počtu otáček kol vozidla. Elektronická řídicí jednotka vypočítává z počtu otáček kol referenční rychlost, jejíž hodnota přibližně odpovídá rychlosti vozidla. Pak porovnává tuto referenční rychlost se skutečnou rychlostí kol a vypočítává skluz kol, který je indikační veličinou pro zjištění, zda kola blokují a je potřeba aktivovat systém regulace ABS.

Regulace ABS

K regulaci ABS dochází vždy, když má v průběhu brzdění jedno nebo více kol sklon k blokování. Dochází k tomu zpravidla za snížené adheze nebo při brzdění v kritických situacích. V tomto případě elektronická řídicí jednotka řídí tlak v brzdových válcích přes modulátory. Touto regulací je dosahováno optimálních brzdných sil vzhledem k adhezi a je zachována říditelnost a stabilita vozidla nebo jízdní soupravy. Porucha systému ABS je signalizována rozsvícením oranžové kontrolky a systém je v tomto stavu nefunkční.

Přídavné funkce:

Vzhledem k možnostem elektronických řídicích jednotek jsou součástí EBS systémů také další přídavné funkce a stabilizační systém. Nejvíce používané přídavné funkce jsou:

Automatické zvedání jedné (nebo dvou) náprav: V závislosti na zatížení návěsu elektronická řídicí jednotka reguluje zvedání a spuštění nápravy.

Automatické nastavení výšky rámu do jízdní polohy: Po změně výšky rámu při manipulaci kupříkladu, při nakládce a vykládce zboží, elektronická řídicí jednotka reguluje nastavení výšky rámu do jízdní polohy.

2.4.4 Další soustavy užitkových vozidel, které ovlivňují proces brzdění

Jak již bylo uvedeno v předchozích částech této práce, tak samotný proces brzdění jízdních souprav ovlivňují také další přídavné soustavy, které zvyšují komfort a bezpečnost jízdy. Tyto soustavy jsou nabízeny zejména jako další, příplatková výbava vozidla, nejedná se tedy o běžné soustavy instalované v rámci základní konfigurace vozidla.

Pokud je v rámci provádění znaleckých úkonů potřebné zohlednit vliv těchto soustav, jako primární úkol znalce je prověření, jaké soustavy jsou vůbec na vozidle osazené a v souvislosti s tímto zjištěním zvolit další postup. Jako nejjednodušší způsob zjištění osazení konkrétních asistenčních soustav je na základě VIN (výrobního identifikačního čísla) vozidla vyžádat tyto informace od zástupce výrobce vozidla. Dalším, poměrně rychlým způsobem, je aplikace sériové diagnostiky, pokud toto aktuální technický stav vozidla umožňuje. Načtením všech elektronicky řízených soustav vozidla (tzv. „skenování vozidla“) zcela jednoznačně identifikuje všechny elektronicky řízené soustavy, kterými je vozidlo vybaveno, tedy také asistenční soustavy. Prvotní zjištění konfigurace asistenčních soustav ale vyžaduje následnou analýzu jejich vlivu, kupříkladu na vznik a průběh nehodového děje, což je podmíněno znalostí jejich funkce.

Výrobci vozidel tyto asistenční soustavy vyvíjejí a aplikují v sériové produkci, přičemž samotná funkce a konfigurace těchto soustav se může v závislosti na výrobci vozidla odlišovat. I když základní funkční principy jsou shodné, nelze zjednodušeně tyto soustavy jednotlivých výrobců principiálně zobecňovat.

V této čisti disertační práci jsou popsány některé z nich.

Přehled některých přídavných soustav ovlivňujících proces brzdění nebo využívajících brzdovou soustavu ke své funkci:

- Asistent – hlídání odstupu/vzdálenosti (ACC)
- Asistent nouzového brzdění (AEBS)
- Aktivní brzdový asistent (Active Brake Assist 2)
- „Pozorovací“ asistent
- Asistent – hlídání jízdy v pruhu
- Kontrola tlaku v pneumatikách

Automatická regulace vzdálenosti (ACC - Adaptive Cruise Control)

ACC udržuje v případě volného jízdního pruhu rychlost jízdy nastavenou řidičem.

Při přiblížení k jinému vozidlu toto rozpozná a změní regulaci rychlosti (tempomat) na regulaci předem nastavené vzdálenosti od jiného vozidla. Když se náhle objeví jiné vozidlo, systém reguluje reakční fázi a následnou vzdálenost dle předem definovaných parametrů.

Radarový senzor rozpozná tyto parametry:

- Vzdálenost
- Relativní rychlost
- Boční posunutí objektů na vozidlo.

Integrované ovládací zařízení rozlišuje mezi stojící a pohybující se objekty. Tyto musí být také relevantní, ve stejném jízdním pruhu před sebou, soustava nerozlišuje vozidla ve vedlejším jízdním pruhu. Řidič si může vybrat různé časové sekvence vzhledem k předcházejícímu vozidlu, tyto podmínky musí být splněny. Musí být dodržena vzdálenost, tedy prostorová vzdálenost, rychlost, musí v tolerančních mezích.

Na obr. 10 je zobrazení přenosu signálů soustavy ACC a na obr. 11 je zobrazena oblast snímání signálu a regulace ACC.



Obr. 10 Zobrazení funkce ACC – přenos signálů (zdroj: archiv autora)



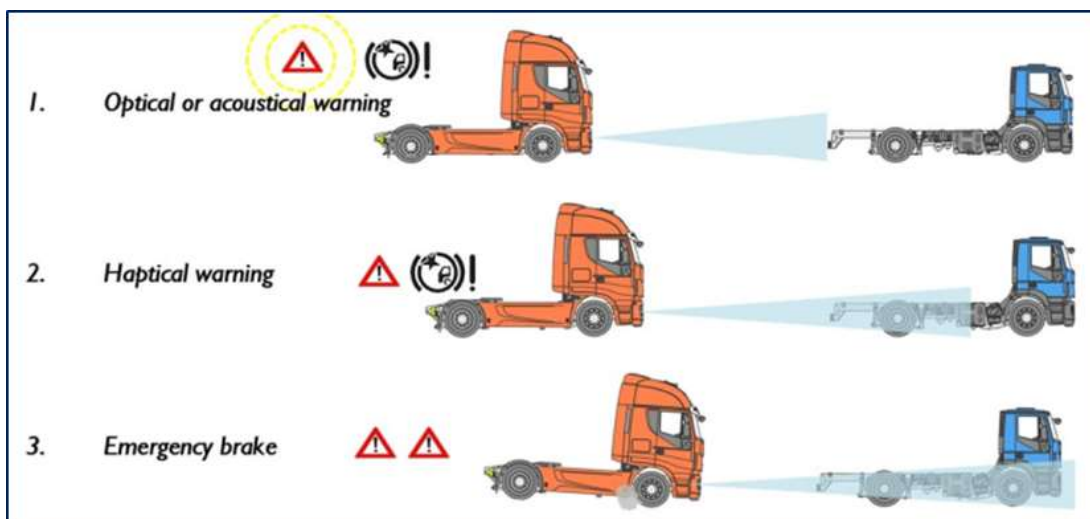
Obr. 11 Zobrazení funkce ACC – oblast snímání signálů a regulace (zdroj: archiv autora)

Automatické kritické brzdění (AEBS), aktivní brzdý asistent (Active Brake Assist 2)

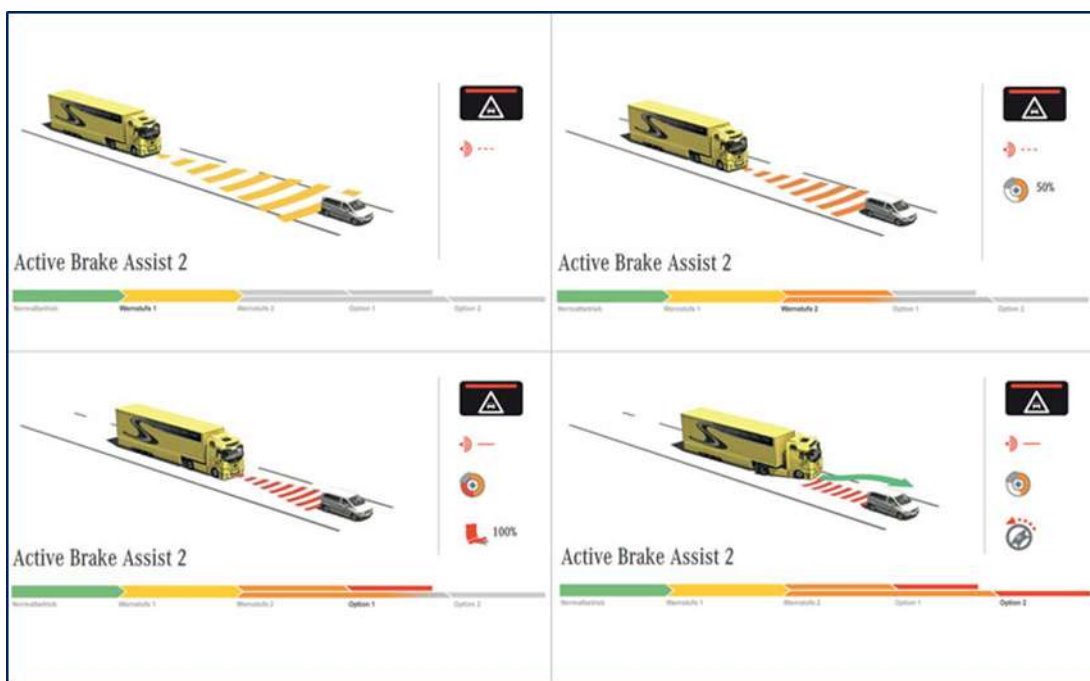
Tyto soustavy – Automatické kritické brzdění (AEBS) a aktivní brzdý asistent (Active Brake Assist 2) jsou z technického hlediska a základní koncepce obdobné soustavy dvou výrobců užitkových vozidel Iveco a Mercedes Benz.

Základní funkcí těchto soustav je informovat řidiče o překážce před vozidlem, kdy v prvotní fázi se jedná o aktivaci výstražných kontrolky a akustické signalizace, případně o signalizaci doporučeného úkonu – brzdění nebo vyhýbacího manévru. Jako další funkce těchto soustav je aktivace brzdění vozidla nebo jízdní soupravy, pokud se před vozidlem nachází překážka. Aktivováno je brzdění plným brzdým účinkem nezávisle na stavu zatížení vozidla, přičemž je neustále kontrolován skluz kol tak, aby nedošlo k překročení optimální hodnoty skluzu. V případě jízdní soupravy je také kontrolována a optimalizována synchronizace brzdného účinku tažného a přípojného vozidla za účelem dosažení maximálního brzdného účinku jízdní soupravy a zachování stability a říditelnosti.

Vývojové koncepce těchto asistenčních systémů již umožňují autonomní řízení vozidel v těchto situacích, je tedy možné, kromě brzdění provádět kupříkladu také vyhýbací manévry.



Obr. 12 Popis funkce soustavy EABS (zdroj: archiv autora)



Obr. 13 Active Brake Assist 2 – zobrazení funkčních režimů (zdroj: archiv autora)

2.4.5 Technický stav brzdových soustav jízdní soupravy

Současný stav metodiky pro zjišťování technického stavu užitkových vozidel

Popis funkce a metodika postupu při zjišťování technického stavu užitkových vozidel je popsána ve Znaleckém standardu č. V – Zjišťování a posuzování technického stavu vozidel pro technickou analýzu průběhu a příčin silničních dopravních nehod. Tento Znalecký standard vypracovalo Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství a byl schválen ministerstvem spravedlnosti ČR dne 24.9.1992 [70].

V části 5 VZDUCHOVÉ BRZDOVÉ SOUSTAVY A ODLEHČOVACÍ BRZDY jsou popsány funkce vzduchotlakových brzdových soustav jako celku a také funkce jednotlivých přístrojů. Popisy funkce vzduchotlakových soustav a také přístrojů jsou detailní a u přístrojů jsou uváděny také konkrétní číselná označení a konkrétní parametry těchto přístrojů. Tyto informace jsou vzhledem k období zpracování Znaleckého standardu č. V pečlivě a detailně zpracované a bezpochyby byly pro znalce (a nejenom pro ně) přínosné. Tyto informace bylo možné velice dobře aplikovat ve znalecké činnosti.

V části 6 ZJIŠŤOVÁNÍ TECHNICKÉHO STAVU BRZDOVÉHO ZAŘÍZENÍ je v kapitole 6.6 Technická prohlídka vzduchového brzdového zařízení nákladného vozidla a autobusu v bodech uvedena metodika postupu při zjišťování technického stavu vzduchotlakových brzdových systémů a přístrojů. Tento postup je zaměřený výhradně na konvenční vzduchotlakové systémy a metody zkoušek jsou zaměřeny na kontroly tlakových hodnot pomocí manometrů, případně vizuální kontrolu a kontrolu netěsností poslechem. Na základě vlastních zkušeností můžu konstatovat, že tyto postupy detailně popisují úkony, které je potřebné pro zjištění technického stavu konvenčních vzduchotlakových soustav a jejich komponentů a při jejich dodržení může znalec zjistit potřebné informace a parametry.

V části 7 ZÁVADY BRZDOVÝCH ZAŘÍZENÍ je v kapitole 7.2 Závady vzduchových brzdových soustav uveden detailní popis možných závad a dle mého názoru se jedná o popis, který lze velice dobře využít ve znalecké praxi.

V části 12 LITERATURA je uvedena literatura, která byla použita při zpracování Znaleckého standardu č. V. Legislativní morný, včetně předpisu EHK č. 13 byly použity v platném znění k datu zpracování tohoto Znaleckého standardu. Jako další literatura jsou uváděny technické podklady, respektive technická dokumentace k vozidlům TATRA 815, TATRA 138, ŠKODA 706 MT, AVIA A 30 a A 115, autobusů ŠM11, ŠL11, ŠD11. Použity jsou také technické dokumenty k nápravám RÁBA, přístrojům vzduchotlakových brzdových systémů AUTOBRZDY JABLONEC. Všechna tato dokumentace se týká pouze konvenčních brzdových systémů a navíc, kromě obecných popisů vzduchotlakových brzdových systémů, nelze tyto technické informace použít obecně, protože se vztahují ke konkrétním typům vozidel a autobusů. Přístroje vzduchotlakových brzdových systémů, které jsou ve Znaleckém standardu č. V popisovány, se následně, v období do roku 2005 postupně nahrazovaly přístroji z produkce společností KNORR-BREMSE, WABCO a HALDEX, protože původní výrobce, AUTOBRZDY JABLONEC již neměl vlastní výrobu a prakticky zanikl. Z tohoto je tedy zřejmé, že technické informace, uvedené ve Znaleckém standardu č. V, bylo a ještě také je možné používat, zejména pro vozidla, kterých technické informace jsou součástí použité literatury. Pro jiná typová

provedení vozidel jsou tyto informace, kromě již zmíněných obecných popisů, prakticky nepoužitelné. U přístrojů z produkce AUTOBRZDY JABLONEC probíhal ve společnosti KNORR-BREMSE v období do roku 2005 projekt „Streamlining ATESO“, kdy byla produkce přístrojů AUTOBRZDY JABLONEC nahrazovaná produkty KNORR-BREMSE (Poznámka: autor disertační práce byl v tomto období odpovědný za technickou realizaci tohoto projektu).

Jak již bylo uvedeno, ve Znaleckém standardu č. V se pojednává o konvenčních vzduchotlakových brzdových soustavách, problematika protiblokovacích systémů ABS je popsána pouze u hydraulických brzdových soustav, což nelze pro vzduchotlakové brzdové soustavy použít.

Znalecký standard č. V je pečlivě vypracovaný dokument, na základě kterého bylo možné v době jeho vypracování a schválení postupovat při zjišťování technického stavu brzdových soustav nákladních vozidel a autobusů.

V současném období je ale jeho využití omezeno pouze na vozidla, která používají konvenční vzduchotlakové brzdové soustavy, a to v konkrétní konfiguraci, jaká je v tomto standardu popisována, včetně osazených přístrojů. Prakticky se jedná o starší vozidla AVIA, TATRA, LIAZ, autobusy KAROSA.

Pro vozidla, která jsou vybavena elektronickými brzdovými soustavami je Znalecký standard č. V zcela nepoužitelný, a to zejména z těchto důvodů:

- Funkce elektronických brzdových soustav je rozdílná od funkce konvenčních brzdových soustav.
- Komponenty elektronických a konvenčních brzdových soustav jsou rozdílné.
- Metodiku postupu zjištění technického stavu konvenčních brzdových soustav nelze aplikovat u elektronických brzdových soustav.
- Elektronické brzdové systémy vozidel a autobusů komunikují s dalšími elektronicky řízenými systémy vozidla, jsou součástí komunikační struktury vozidla jako celku, což si vyžaduje zcela jinou metodiku postupu při zjišťování technického stavu brzdových soustav, než jaká je uvedena ve Znaleckém standardu č. V.
- S předchozím bodem souvisí také popis využití diagnostických metod a diagnostických zařízení pro zjištění technického stavu elektronických brzdových soustav.

V současné době není vypracována a schválena žádná ucelená metodika, která by ve Znaleckém standardu nebo jiné formě dokumentu popisovala funkci elektronických brzdových soustav a metodiku zjišťování jejich technického stavu. Pokud se použitelná dokumentace nebo literatura vyskytuje, jedná se zpravidla o dílčí podklady nebo příspěvky z odborných konferencí a seminářů.

Jako problémové faktory související s problematikou zjišťování technického stavu brzdových soustav užitkových vozidel v současnosti jsou:

- Nedostatek odborné literatury a dalších podkladů, která se komplexně zabývá popisem funkce a diagnostiky brzdových systémů užitkových vozidel a jejich komunikace s dalšími elektronicky řízenými systémy vozidla
- Absence jednotné a schválené metodiky pro zjištění technického stavu užitkových vozidel, včetně brzdových soustav.

Řešením těchto problémových faktorů by bylo vypracování dokumentu neboli standardu, který by byl doporučeným nebo legislativně závazným dokumentem pro postup znalce v případě zjištění technického stavu užitkového vozidla.

Některé vybrané parametry ovlivňující brzdění jízdních souprav

Technický stav brzdových soustav tažného a přípojného vozidla zásadním způsobem ovlivňuje brzdění a také stabilitu jízdní soupravy v průběhu brzdění. Při posuzování technického stavu brzdové soustavy užitkových vozidel je potřebné zohlednit koncepci, technické parametry a technickou úroveň jednotlivých analyzovaných soustav vozidel, jak konvenčních, tak elektronicky řízených. Je potřebné také zohlednit vzájemnou komunikaci mezi jednotlivými soustavami a posoudit vzájemné ovlivňování pracovních, případně nouzových režimů těchto soustav.

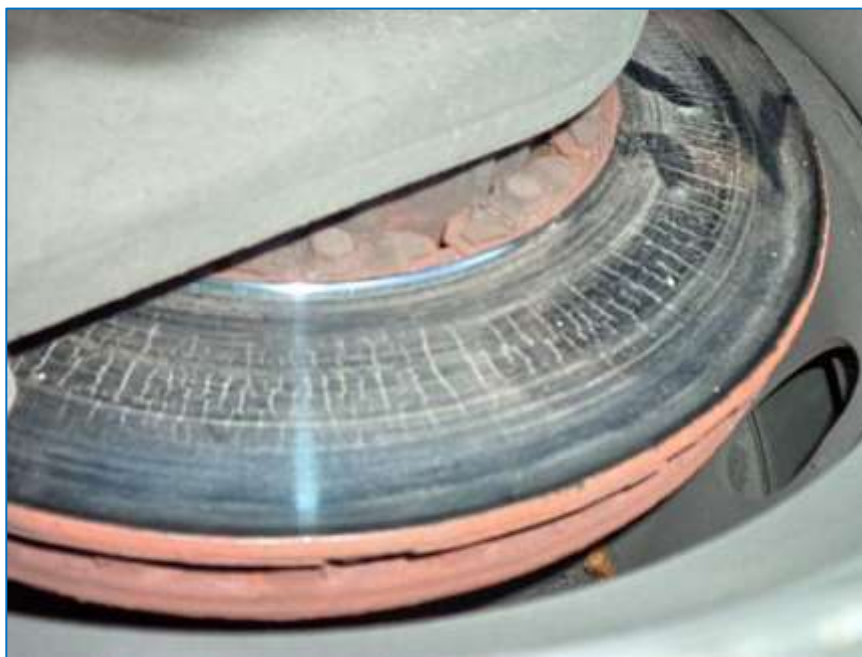
U moderních užitkových vozidel je funkce brzdové soustavy ovlivněna také dalšími soustavami, jedná se zejména o systém řízení motoru, převodovky, soustav SCR, zpomalovacích soustav, stabilizačních soustav, soustav dodávky a regulace stlačeného vzduchu a dalších soustav, závislých na úrovni výbavy vozidla. Vliv na funkci elektronických brzdových soustav mají také různé neoprávněné manipulace s dalšími soustavami. Jedná se kupříkladu o soustavy digitálního tachografu nebo o soustavy SCR AdBlue.

U jízdních souprav je pak důležité posoudit jednak technický stav soustav tažného a přípojného vozidla a také jejich vzájemnou komunikaci, která prakticky začíná připojením elektrických a pneumatických přípojů mezi tažným a přípojným vozidlem. U tažného vozidla je potřebné posoudit technický stav skupin, které mohou, vzhledem ke konkrétní situaci, ovlivnit vznik a průběh nehodového děje. Dalším faktorem, který je potřebné zohlednit při posouzení technického stavu jízdní soupravy je to, že tažné vozidlo představuje pro přípojné vozidlo zdroj tlakového vzduchu a elektrického napájení a také jsou z tažného vozidla iniciovány vstupní signály k aktivaci brzdového systému. Tyto parametry ovlivňují také vzájemnou komunikaci brzdových soustav tažného a přípojného vozidla, tzv. „sladění brzdových účinků“. Nelze také opomenout

stabilizační soustavy, které se významně podílejí na procesu brzdění vozidla nebo jízdní soupravy, zejména v kritických jízdních situacích a při brzdění za zhoršených adhezních podmínek.

Při posouzení technického stavu brzdových soustav pro potřeby znaleckého zkoumání je důležité analyzovat zjištěné parametry. I když nejsou zjištěny stavy mezního opotřebení třecích komponentů, nebo funkční závady soustav, je potřebné zohlednit také rovnoměrnost opotřebení třecích komponentů, stavy jednotek kolových brzd a v neposlední řadě je potřebné analyzovat všechny zjištěné závady (tedy aktivní a také pasivní) nejenom brzdových soustav, ale také souvisejících soustav, které s brzdovými soustavami vzájemně komunikují.

Příklady posouzení technického stavu jednotky kolové brzdy jsou uvedeny na obr. 14 a 15. Na obr. 14 je zobrazen brzdový kotouč rozměru 22,5", který vykazuje známky mezního opotřebení a také zvýšeného tepelného namáhání. Z tohoto stavu lze usuzovat, že jednotka kolové brzdy je funkční, ale brzdný účinek bude snížený.



Obr. 14 Ukázka kotouče, který je funkční, ale v důsledku nevyhovujícího stavu kotouče jednotka kolové brzdy vykazuje snížený brzdný účinek (Zdroj: archiv autora)

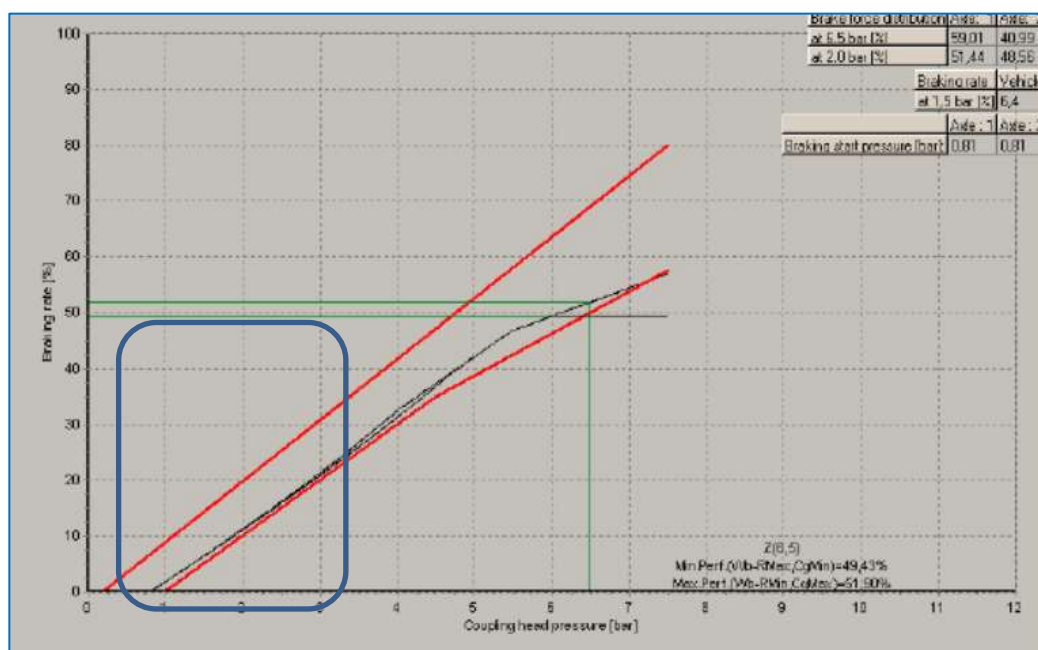
Na obr.15 je zobrazen třmen kotoučové brzdy SN 7 nápravy BPW (viditelné dle nálitku na držáku brzdových desek), který měl v důsledku poškozených prachovek nefunkční trubky tlačítek. V důsledku tohoto stavu je jednotka kolové brzdy zcela nefunkční a není schopna vyvodit žádný brzdový účinek.



Obr. 15 Ukázka třmenu, který je nefunkční a v důsledku tohoto stavu je jednotka kolové brzdy nefunkční (Zdroj:archiv autora)

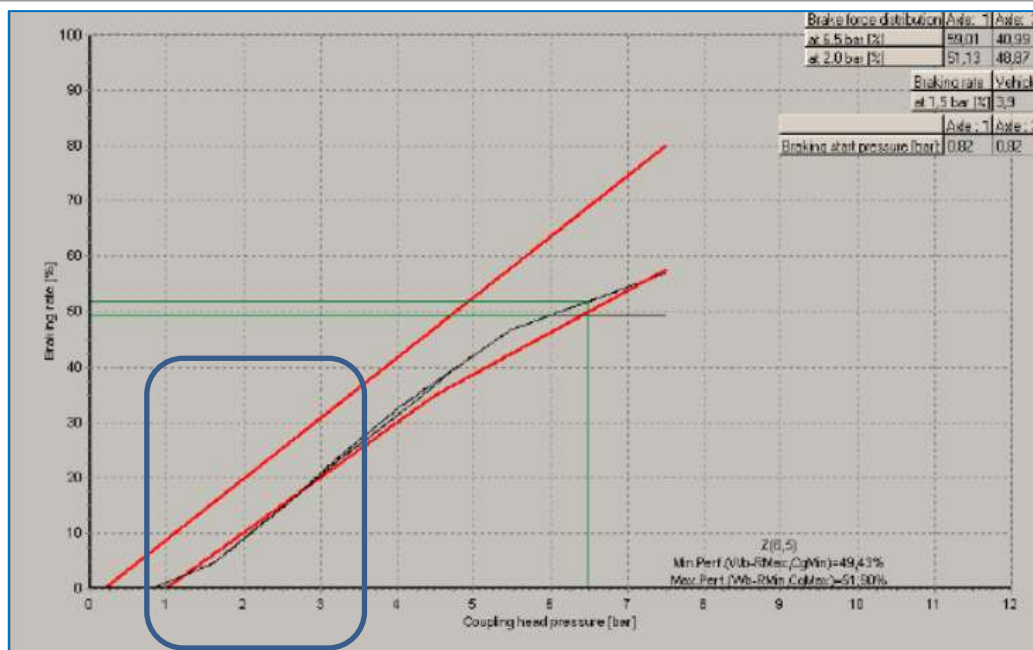
Při posouzení technického stavu brzdových soustav je potřebné kromě samotného posouzení technického stavu komponentů brzdových soustav posuzovat také nastavení parametrů konvenčních přístrojů, elektronicky řízených modulů (modulátorů) a také elektronických řídicích jednotek. I když se nejedná o typické závady komponentů brzdových soustav a tyto stavy nejsou uváděny řidiči jako technické závady, které by byly primární příčinou vzniku dopravních nehod, tyto parametry poměrně výrazně ovlivňují proces brzdění a také stabilitu vozidel a zejména jízdních souprav při brzdění. V praxi ale tyto parametry zpravidla nebývají posuzovány. Zásadním problémem je samotné zjištění, zda ke změně parametrů vůbec došlo a pak je problematické také zjištění původních parametrů, které jsou stanoveny výrobcem vozidla nebo brzdové soustavy. Toto posouzení si vyžaduje jednak znalost soustav a také metodiky zjištění parametrů výrobce vozidla nebo soustavy. Jako příklad je uvedena změna kompenzace brzdných tlaků elektronické brzdové soustavy přípojných vozidel KNORR-BREMSE TEBS G1. Tuto kompenzaci lze nastavit při ovládacím tlaku 1,6 bar v rozmezí +/- 0,3 bar. Na obrázcích 16 až 18 je zobrazena křivka závislosti zbrzdění - ovládací tlak při kompenzaci 0,0 bar, - 0,3 bar a + 0,3 bar. U těchto příkladů se nejedná o nevyhovující stav komponentů brzdové soustavy, ale je zde popsán vliv změny nastavení brzdných parametrů na stabilitu brzdění jízdní soupravy.

Na obr. 16 je zobrazena křivka závislosti zbrzdění – ovládací tlak při kompenzaci brzdného tlaku 0,0 bar. Toto je příklad standardního nastavení výrobce vozidla při konfiguraci elektronické řídicí jednotky EBS návěsu.



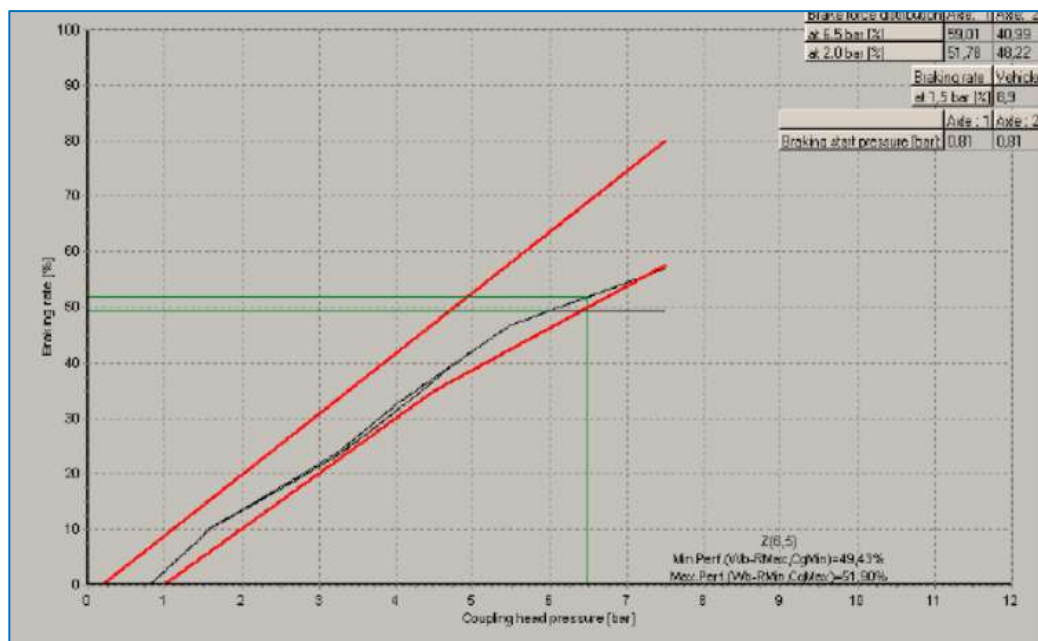
Obr. 16 Zobrazení křivky závislosti zbrzdění – ovládací tlak při kompenzaci brzdného tlaku 0,0 bar (obvyklá hodnota výrobce) [62]

Na obr. 17 je zobrazena křivka závislosti zbrzdění – ovládací tlak při kompenzaci brzdného tlaku – 0,3 bar. Toto je příklad nastavení kompenzace v rámci servisních úkonů. Toto nastavení lze provést pomocí originální diagnostiky výrobce brzdového systému nebo některou z multiznačkových diagnostik (BOSCH KTS TRUCK, TEXA TXT TRUCK a další). U tohoto nastavení je brzdový účinek přípojného vozidla méně účinný než brzdový účinek tahače. Z toho vyplývá, že u takto nastavených parametrů elektronické řídicí jednotky může dojít ke zhoršení stability jízdní soupravy při brzdění, případně až k zalomení soupravy.



Obr. 17 Zobrazení křivky závislosti zbrzdění – ovládací tlak při kompenzaci brzdného tlaku - 0,3 bar (nastavení v rámci servisních úkonů) [62]

Na obr. 18 je zobrazena křivka závislosti zbrzdění – ovládací tlak při kompenzaci brzdného tlaku + 0,3 bar. Toto je také příklad nastavení kompenzace v rámci servisních úkonů. Toto nastavení lze provést pomocí originální diagnostiky výrobce brzdového systému nebo některou z multiznačkových diagnostik (BOSCH KTS TRUCK, TEXA TXT TRUCK a další). U tohoto nastavení je brzdový účinek přípojného vozidla účinnější než brzdový účinek tahače. Z toho vyplývá, že u takto nastavených parametrů elektronické řídicí jednotky dochází k „tažení“ tažného vozidla přípojným vozidlem. Tento stav nemusí při dobrém technickém stavu třecích komponentů jednotek kolových brzd negativně ovlivňovat brzdění a stabilitu jízdní soupravy, ale dochází ke zvýšenému tepelnému zatížení třecích komponentů jednotek kolových brzd přípojného vozidla, což po určité době provozu může naopak vést ke snižování brzdného účinku přípojného vozidla a obdobně jako v předchozím případě, následně dochází ke zhoršení stability jízdní soupravy při brzdění, případně až k zalomení soupravy.



Obr. 18 Zobrazení křivky závislosti zbrzdění – ovládací tlak při kompenzaci brzdného tlaku + 0,3 bar (nastavení v rámci servisních úkonů) [62]

2.4.6 Multiznačková diagnostická zařízení

Použití multiznačkových diagnostických zařízení je v současné době vzhledem k jejich dostupnosti častou metodou zjišťování technického stavu brzdových soustav. Jsou běžnou, a lze říci, že v současné době již také nezbytnou součástí výbavy garážové techniky servisů. V disertační práci je uveden alespoň základní přehled a rozdělení těchto diagnostických zařízení. Multiznačková diagnostická zařízení lze dle rozsahu jejich diagnostických funkcí rozdělit na dvě základní kategorie:

- Multiznačková diagnostická zařízení, která kromě základních funkcí (načtení a výmaz závad, nastavení servisních intervalů apod.) umožňují také rozšířené diagnostické funkce, kupříkladu nastavení parametrů řídicích jednotek, načtení a vložení sad parametrů do řídicích jednotek, kódování vstřikovačů, funkční testy apod., obsahují také rozsáhlou databázi technických informací.
- Multiznačková diagnostická zařízení, která umožňují základní diagnostiku elektronických řídicích soustav, jedná se zejména o načtení a výmaz závad, nastavení servisních intervalů v omezeném rozsahu a základní funkční testy. Tato diagnostická zařízení zpravidla nedisponují databází technických informací nebo je tato databáze velice omezená.

Na obr. 19 je zobrazena multiznačková diagnostika BOSCH KTS TRUCK, která patří do první kategorie ve výše uvedeném přehledu. Jak již bylo uvedeno, tak pomocí těchto multiznačkových diagnostik lze měnit také nastavení parametrů. Multifunkční diagnostika BOSCH KTS TRUCK byla

také použita při zjišťování technického stavu tažného a přípojného vozidla v rámci měření parametrů zpomalení jízdních souprav.



Obr. 19 Multiznačkové diagnostické zařízení BOSCH KTS TRUCK [54]

Pro potřeby znalecké praxe je v současné době použití multiznačkových diagnostických zařízení nevyhnutné. Samozřejmě, vše je závislé na prováděném znaleckém úkonu a také na stavu vozidla. Pokud je vozidlo poškozené v rozsahu, že není možné využití diagnostických zásuvek nebo napájení elektronických řídicích jednotek, je aplikace sériové diagnostiky značně omezená nebo také nemožná. Pak je nutné posoudit, zda je možné demontovat příslušnou elektronickou řídicí jednotku nebo jinou komponentu z vozidla a vytvořit náhradní diagnostický obvod a zda takto získané informace budou kompletní a v konkrétním případě upotřebitelné pro další znalecké zkoumání.

Na obr. 20 je jako konkrétní příklad zobrazena jízdní souprava, která byla při dopravní nehodě značně poškozena a kde jsem i vzhledem k rozsahu poškození provedl diagnostiku elektronicky řízených soustav jak tažného, tak přípojného vozidla. Při prohlídce vozidla byly akumulátory vozidla funkční, diagnostická zásuvka OBD, i když se nenacházela v původním držáku, byla ve stavu, kdy bylo možné připojení diagnostického interface. Pomocí multiznačkového diagnostického zařízení bylo možné načíst závady a tyto následně analyzovat. Následně bylo potřebné rozlišit, které závady se vyskytovaly před dopravní nehodou a které byly aktivovány v důsledku nehodového děje. Tato problematika, tedy posouzení závad, které vznikly v přímé souvislosti s posuzovanou nehodovou událostí, je velice důležitá pro analýzu chybového protokolu.

U přípojného vozidla této jízdní soupravy byla možnost provedení diagnostiky zkomplikována tím, že bezprostředně po dopravní nehodě majitel návěsu demontoval přední stěnu návěsu, kde se nachází komunikační rozhraní ISO 7638, kterého součástí je také přenos diagnostických informací. V tomto případě byl pro potřeby provedení diagnostiky demontován z vozidla modulátor TEBS. Následně jsem vytvořil náhradní diagnostický obvod, který pozůstával z

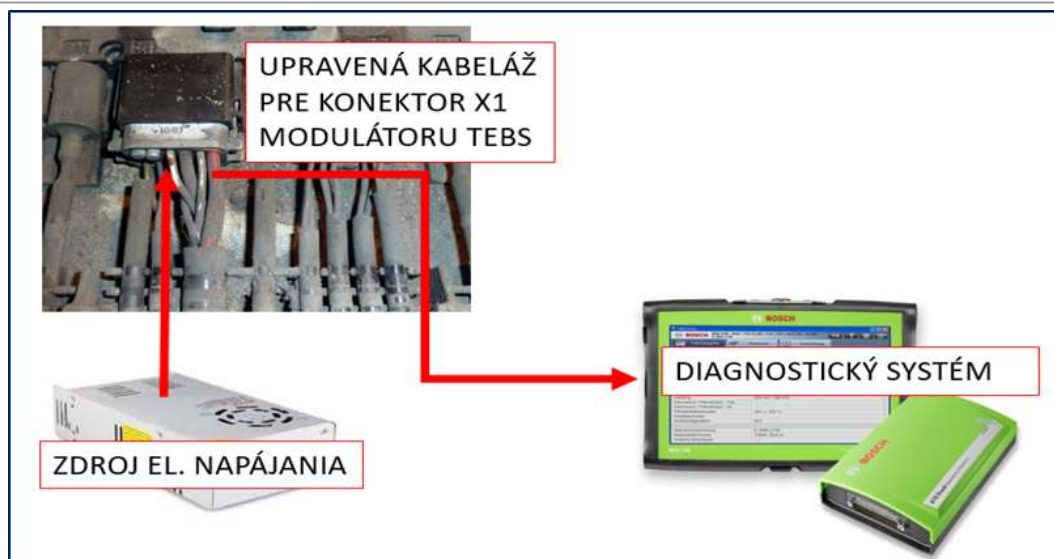
vyrobení propojovacího kabelu mezi příslušným konektorem modulátoru TEBS a multifunkčním diagnostickým zařízením a připojení stabilizovaného zdroje pro elektrické napájení řídicí jednotky modulátoru TEBS a interface diagnostického zařízení. Schéma vytvoření náhradního diagnostického obvodu je zobrazeno na obr.21.

Na těchto dvou příkladech byl popsán možný způsob provedení sériového diagnostického měření na vozidlech jízdní soupravy v případech kdy:

- Vozidlo bylo značně poškozeno v důsledku nehodové události a byly využity všechny dostupné možnosti připojení multiznačkového diagnostického systému přímo k OBD diagnostické zásuvce vozidla.
- Sériová diagnostika elektronické brzdové soustavy přípojného vozidla nemohla být provedena přímo na tomto vozidle, elektronická řídicí jednotka, která byla v tomto případě součástí modulátoru TEBS byla demontována z vozidla a byl vytvořen náhradní diagnostický obvod, který umožnil provést sériovou diagnostiku v rozsahu potřebném pro potřeby vypracování znaleckého posudku.



Obr. 20 Příklad jízdní soupravy, u které bylo i vzhledem k rozsáhlému poškození možné provést diagnostiku pomocí multiznačkového diagnostického zařízení (zdroj: archiv autora)



Obr. 21 Příklad vytvoření náhradního diagnostického obvodu pro načtení informací z elektronické řídicí jednotky (zdroj: archiv autora)

2.5 SHRUTÍ REŠERŠE ZDROJŮ SOUVISEJÍCÍ PROBLEMATIKY

Jedním z hlavních motivačních faktorů, proč autor vypracoval tuto disertační práci, je poměrně omezený rozsah dostupných zdrojů souvisejících s problematikou brzdění užitkových vozidel a jízdních souprav. Již na úvod je nutno podotknout, že dostupné zdroje týkající se problematiky brzdění jízdních souprav jsou, jak je již uvedeno dříve, poměrně omezené, jedná se o selektivní řešení dílčích, vybraných problémů a tyto zdroje jsou ve většině případů z oblasti mimo kontinentální Evropu. I když většina zdrojů je z větší nebo menší části aplikovatelná, poněkud absentuje ucelená, systémová analýza dané problematiky. Dalším handicapem je poměrně obtížná dostupnost těchto zdrojů pro většinu znalců. I když je většina zdrojů veřejně dostupná, tak jsou nutné registrace na serverech, což někdy činí obtíže. Níže je uvedena rešerše vybraných zdrojů.

Popis funkce brzdových soustav a jejich komponentů je obecně popsán v [1], kde jsou uvedeny také některé legislativní požadavky na brzdové systémy. Jedná se zejména o základní informace, které lze použít pro analýzu vstupních parametrů brzdových soustav. Elektronické brzdové soustavy a jejich přídavné funkce jsou popsány v příspěvku [23] a [24]. Tyto příspěvky jsou dobře použitelné ve znalecké praxi jako zdroj informací o funkci brzdových systémů užitkových vozidel. I když je příspěvek [23] publikován v roce 1998, jeho obsah je stále aktuální. U tohoto příspěvku je ale nutné zohlednit skutečnost, že popis funkce brzdové soustavy je přizpůsoben technickým a legislativním požadavkům normy FMVSS 121 a nikoliv EHK č. 13.

Některé z příspěvků, konkrétně [13] a [19] se zabývají také měřením a zpracováním výsledků měření funkce relé ventilu a ABS modulátorů, což jsou jednotlivé komponenty brzdových

systemů. Detailně se v [13] uvádí popis relé ventilu, který je z hlediska funkce jedním z nejdůležitějších ventilů brzdových systému. Osazen je buď jako samostatný přístroj nebo je integrován do různých modulátorů. ABS modulátor je také důležitý přístroj, který je používán také v současných elektronických brzdových systémech buď jako samostatný přístroj nebo je integrován do EBS modulátoru. Jedná se ale o příspěvek, který byl publikován v roce 2007 a od této doby došlo k poměrně výrazné technické inovaci diagnostických metod, takže příspěvek je možné použít jako dobrý zdroj vstupních informací pro další aplikaci současných diagnostických metod. Příspěvek [19] se zabývá modelem aktivace protiblokovacího systému ABS jízdní soupravy, kdy tahač je osazen konfigurací 4S/4M a přípojné vozidlo je konfigurace 2S/2M. Měřeny jsou náběhy a úbytky tlaků do brzdových válců při aktivaci ABS, vyhodnocována je hystereze ABS, což lze dobře aplikovat na posouzení funkčních režimů ABS modulátoru. Tento příspěvek je vhodný zejména pro detailní analýzu komponentů brzdového systému v souvislosti s funkcí ABS a částečně také při analýze funkčních režimů elektronické regulace brzdícího účinku provozní brzdy. Jedná se ale o velice specifické případy, kdy jejich výskyt je zcela ojedinělý. Problematikou analýzy funkce a účinnosti samotného ABS systému se zabývají příspěvky [46] a [51]. V příspěvku [46] se jedná o analýzu účinku ABS vozidla hnací koncepce 6 x 4, která je více rozšířena na americkém kontinentu než v Evropě, ale se zohledněním některých rozdílů ve funkčních režimech ABS je možné tento příspěvek použít. Jedná se zejména o rozdílné kombinace funkčních režimů ABS, jako je kupříkladu aplikace individuální regulace, modifikované individuální regulace, stranové regulace a její varianty apod. V příspěvku [51] se pojednává o vlivu konfigurace ABS na brzdění vozidel v souvislosti s aplikací simulačního programu TruckSim. Tento simulační program není určen pro znaleckou činnost, ale je určen pro simulaci dynamických vlastností, zejména užitkových vozidel v souvislosti s vývojem vozidel. Tento program tedy do určité míry nahrazuje finančně náročné průběžné testy ve vývoji vozidel a také příspěvky jsou zaměřeny pro využití tohoto programu.

Další příspěvky se zabývají problematikou jednotek kolových brzd. Problematika bubnových a kotoučových brzd je popisována kupříkladu v [14], [15], [20]. V příspěvku [20] se pojednává o brzdění jízdní soupravy, kde jsou porovnány různé kombinace jednotek kolových brzd, tedy kotoučových a bubnových brzd na tažném a přípojném vozidle na možnost zalomení jízdní soupravy. Vybrané parametry jsou měřeny při brzdění na suchém a mokřem povrchu. Závěry příspěvku lze dle mého názoru velice dobře využít jako zdroj informací při analýze nehodových událostí jízdních souprav.

Další oblast, kterou se zabývají vybrané příspěvky, je oblast stability při brzdění jízdních souprav. Tato problematika je tématem článků [6], [8], [9], [10], [27], [34], [43], [48] a [50]. Tyto příspěvky obsahují výsledky měření brzdění jízdních souprav za různých podmínek a vyhodnocují

parametry, kdy dochází k zalomení jízdní soupravy. I když se nejedná o komplexní analýzu jednotlivých problémových situací bez aplikace systémového pojetí, lze výsledky uvedené v těchto příspěvcích zohledňovat nebo přímo aplikovat ve znalecké praxi. V článku [34] se pojednává o vlivu stabilizačního systému přípojného vozidla na stabilitu jízdy v zatáčce. Tyto příspěvky jsou určitě cenným přínosem k dané problematice, protože se domnívám, že analýza dopravních nehod, při kterých dochází k zalomení jízdní soupravy, je poměrně problematická a vyžaduje individuální přístup k jednotlivým případům, a proto je každý příspěvek s tímto tématem důležitým zdrojem informací. Příspěvek [48] pojednává o studiu týkajícího se regulace stability příčného vybočení návěsu a popisuje tvorbu modelu v simulačním programu TruckSim a návrh konstručních řešení pro zlepšení stability jízdní soupravy při brzdění. Tento článek je z hlediska poskytnutých informací zajímavý a zcela bezpochyby inspirační pro znalce, ale neobsahuje tolik potřebné hodnoty a parametry, které by znalec mohl přímo aplikovat ve své práci.

Příspěvky [4], [17] a [18] se zabývají problematikou vlivu pneumatik na brzdění a stabilitu jízdních souprav. V příspěvku [4] je analyzována problematika deformací pneumatik v různých jízdních režimech. Příspěvek [17] je zaměřen na obecnou analýzu vlivu pneumatik na jízdné režimy vozidel, na zrychlení a zpomalení na různých typech povrchů – led, sníh, suchý asfalt. Článek [18] kromě jiného pojednává o vlivu velikosti pneumatik a výšky těžiště na převrácení vozidla v definovaném jízdním režimu.

Vliv jednotek kolových brzd na brzdění užitkových vozidel je předmětem příspěvků [3], [15] a [29]. Mechanismus vzniku opotřebení brzdového obložení a bubnů a změny struktury obložení v důsledku tepelného zatížení je posuzován v [3] a v [15].

Aplikace výsledků měření v simulačních programech je uvedena v příspěvcích [2], [5], [7], [16], [26], [28], [35] a [41]. Tyto příspěvky jsou důležitým zdrojem informací pro aplikaci ve znalecké praxi. I když použité simulační programy nejsou ve většině případů používány v tuzemské znalecké praxi, lze dobře využít některé vstupní parametry. V příspěvcích je poměrně časté využívání výsledků pro vývoj vozidel nebo částečných konstrukčních řešení. Příspěvek [26] pojednává o měření brzdných parametrů užitkových vozidel na suchém povrchu a v režimu vyhovujícího stavu brzdových systémů. Výsledky jízdních zkoušek jsou aplikovány v simulačním programu TruckSim. Tematickým zaměřením je tento příspěvek podobný zaměření mé disertační práce, avšak je zaměřen na analýzu brzdění užitkových vozidel pouze v jednom režimu, respektive technickém stavu brzdových systémů. Analyzovány jsou některé shodné parametry, příspěvek ale postrádá systémové pojetí.

Použité práce [52] a [53] pojednávají o systémovém pojetí analýzy silničních nehod a oceňování majetku a jsou cenným zdrojem podkladů pro tuto disertační práci. Tyto dvě práce, a to zejména příspěvek doc. Ing. Semely, Ph.D., jsou významnými zdroji pro tuto disertační práci. Jedná se o aplikaci postupů systémového pojetí při řešení vybraných problémových situací.

Zdroje [54] až [68] jsou další technické podklady, které jsou použity v disertační práci. Jedná se o technické informace výrobců brzdových systémů a také diagnostických zařízení KNORR-BREMSE, WABCO a BOSCH a také o moje vlastní články publikované v časopisu AUTOEXPERT a METROLOGIE a o různou školící dokumentaci se zaměřením na brzdové systémy užitkových vozidel, kterou používám ve své lektorské praxi.

Jako další zdroje jsou použity Znalecký standard č. V [70], kterého část, která souvisí s tematickým zaměřením disertační práce je detailně analyzována. Zdroje [71] a [73] jsou legislativní normy, kde zejména předpis EHK č. 13 [71] je v disertační práci analyzován z hlediska systémového pojetí.

Tato použitá literatura pojednává o jednotlivých tématech poměrně separátně a absentuje systémový pohled na danou problematiku. I když se bezpochyby jedná o kvalitní a cenné zdroje informací, použitá literatura, samozřejmě až na [52] a [53], nenabízí systémové pojetí, což by dle mého názoru umožnilo jejich širší využití ve znalecké praxi. Dalšími omezeními, která má většina použitých zdrojů, je jejich nedostupnost a možná jazyková bariéra. Ne každý znalec má možnosti přístupu do databází vědeckých článků a dostupnost k technickým informacím výrobců brzdových systémů a diagnostických zařízení. Tyto faktory, společně s absencí systémového pojetí, ovlivňují potřebu vypracování disertační práce.

Tyto aspekty, které vyplývají z popisu současného stavu ve vývoji brzdových systémů, opravárenské praxi a také stavu a dostupnosti odborné literatury jako zdroje informací jsou dalšími motivačními faktory disertační práce. Jak je z výše uvedené rešerše zřejmé, není pro znaleckou praxi k dispozici literatura nebo jiná dokumentace, která by se komplexně a také systémově zabývala brzděním nákladných vozidel anebo jízdních souprav. Brzdění jízdních souprav představuje souhrn specifických dílčích problémů, ale při znalosti související problematiky je možné informace obsažené v disertační práci aplikovat také pro nákladní vozidla nebo autobusy. Také analýza dopravních nehod s účastí jízdních souprav představuje specifický souhrn problémů, kdy v současné době není k dispozici literatura, která by v rámci systémového pojetí řešila jednotlivé dílčí problémy. V dostupné literatuře není také obsažena metodika zjištění technického stavu užitkových vozidel jako celku a ani brzdových soustav jako součástí topologie elektronických

soustav vozidel. Jednotlivé dostupné zdroje řeší spíše dílčí problémy bez systémové analýzy podstatnosti na vznik kolizní situace.

Vzhledem k této situaci bylo zvoleno téma disertační práce, kdy její vypracování, v duchu systémového pojetí, umožní její komplexnější využití ve znalecké praxi.

3 FORMULACE PROBLÉMOVÉ SITUACE A DÍLČÍCH PROBLÉMŮ

3.1 ÚVOD DO SYSTÉMOVÉ METODOLOGIE A SYSTÉMOVÉHO POJETÍ

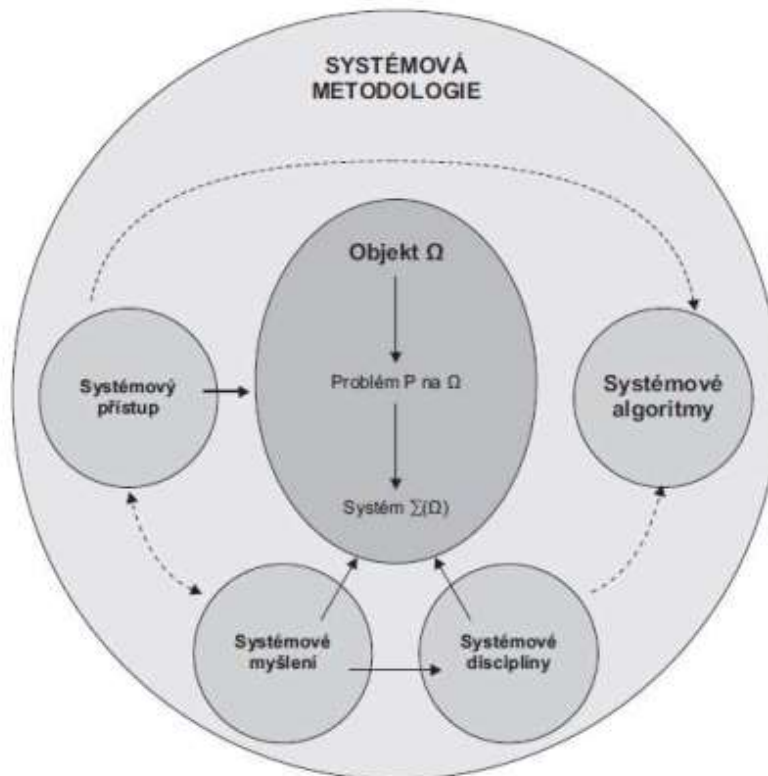
Jak uvádí [52], vzhledem k relativní novosti aplikace systémového pojetí i pro odbornou veřejnost je v rámci úvodu do této problematiky potřebné nadefinovat základní pojmy, přístupy a postupy, které jsou společné pro systémové pojetí a systémový přístup k řešení technických, ale i netechnických problémů. Průkopníkem a propagátorem systémového pojetí v technice a pedagogice a jeho aplikace v technických disciplínách při řešení technických problémů je brněnský vysokoškolský pedagog prof. Přemysl Janíček.

Dle [73] teorie systémů neboli systémové metodologie, vymezuje prof. Janíček jako soustavu s těmito podstatnými prvky:

1. systémové myšlení,
2. systémový přístup,
3. systémové metody,
4. systémové postupy.

Pod pojmem **systémové myšlení** (zjednodušeně vyjádřeno) se zde rozumí způsob uvažování, ve kterém se zohledňují tzv. atributy systémového přístupu. **Systémový přístup** pak vymezuje tyto atributy, tedy zásady, které je potřebné dodržet jak při analýze entit, tak i při samotném řešení problémů tak, aby řešitel neopomněl některou z podstatných skutečností ovlivňující především správnost řešení. **Systémové metody** představují metody aplikovatelné na řešení složitých (zejména poznávacích) problémů bez ohledu na obor, do kterého problém spadá, a **systémové postupy** jsou zobecněné postupy uplatnitelné při řešení velmi širokých skupin problémů.

Schéma systémové metodologie je zobrazeno na obr. 22.



Obr. 22 Schéma systémovej metodologie [52]

Prof. Janiček podrobně vymezuje 21 atributů systémoveho přístupu (atributy A0 až A20) rozdělených do pěti podskupin, tedy znaků, které by odlišovaly systémovej přístup od přístupu nesystémoveho.

Tab. 4 Atributy systémoveho přístupu s vysvětlením autora [52]

Podskupina 1 - premisy	Vysvětlení významu
Atribut A0	předpokládá před aplikací či před vymezením systémoveho přístupu správné obsahové, logické i lingvistické vymezení entity (objektu zájmu).
Atribut A1	definuje pojmovou čistotu, resp. pojmovou ujasněnost, tedy správné vymezení pojmů po obsahové i významové stránce. Jasná struktura a obsahové vymezení pojmů jsou nutným předpokladem pro zamezení vzniku nedorozumění.
Atributem A2	je správné vymezení a formulace problému. Problém je formulován a vychází z problémové situace, a to je situace, která z oobjektivních či subjektivních důvodů vyžaduje změnu.
Atributem A3	je strukturované členění a posuzování entit jako množiny prvků na určité rozlišovací úrovni a množiny vazeb mezi nimi.
Podskupina 2 - přístupy	

Atribut A4	zmiňuje účelovost, tedy podstatnost. Výběr podstatného je možný díky vytváření systému podstatných veličin při řešení problémů.
Atribut A5	zdůrazňuje komplexnost, tedy komplexní posuzování entit (objektů) ve všech souvislostech, tedy z hlediska vnitřních a vnějších vazeb.
Atribut A6	označuje hierarchičnost, tedy vzestupnou nebo sestupnou posloupnost, např. vazeb, procesů, aktivací, ovlivňování apod.
Atributem A7	je orientovanost a to časová, příčinná a hierarchická.
Podskupina 3 - vlastnosti	
Atributem A8	je otevřenost. Za otevřenou entitu je považována taková, mezi kterou a jejím okolím existují vazby, na kterých se mohou realizovat interakce.
Atributem A9	je úroňová vyváženost. Tedy, že v množině prvků nebo soustavě mají všechny prvky a vazby přibližně stejnou kvalitu sledovaných vlastností.
Atributem A10	je dynamičnost, tedy časová závislost sledovaných vlastností.
Atributem A11	je posuzování z hlediska stochastičnosti a determinističnosti (nakolik lze budoucí stav předvídat).
Atributem A12	je posuzování chování a stavu entit.
Atributem A13	je posuzování entit z hlediska výskytu deterministického chaosu a samoorganizace (synergie).
Podskupina 4 - trendy	
Atributem A14	je využívání poznatků z vědy a techniky.
Atributem A15	užití systémového přístupu, při řešení nestandardních situací používat progresivní a heuristické postupy.
Atribut A16	je charakterizován vytvářením algoritmů činností.
Atribut A17	zdůrazňuje nutnost analýzy, verifikace a syntézy výsledků za předpokladu, že jsou výsledky pravdivé.
Podskupina 5 - etika a odpovědnost	
Atribut A18	klade na autora nároky z hlediska odpovědnosti za výsledek.
Atribut A19	vyznačuje se dodržováním etických norem.
Atribut A20	předpokládá, že řešitel i po splnění úkolů nebo vyřešení problému sleduje další vývoj a implementaci výsledků.

Podstatnou charakteristikou systémového uvažování je jasné rozlišování mezi **soustavou** (též reálným systémem, z anglického real system) a **systémem** (též abstraktním systémem, z anglického abstract systém). Oba tyto pojmy souvisí s primárním objektem, na kterém řešíme problém, myšlenkově si však na tomto primárním objektu vytváříme druhý pomocný objekt (systém) a důsledně mezi nimi rozlišujeme.

V tomto pojetí pak pojmem **soustava** označujeme primární objekt, na kterém řešíme problém (např. brzdová soustava). Tento objekt musí mít systémové vlastnosti, tedy musí mít určité účelové chování (účel, ke kterému má sloužit musí být známý), musí mít určitou hierarchickou

strukturu, která umožňuje z něj myšlenkově vyčleňovat části s menší strukturní složitostí, vazby na okolí a především u něho musí existovat transformační funkce mezi vstupními stavy a výstupy. Prof. Janíček v [74] uvádí, že soustava je na určité úrovni strukturovaná reálná nebo abstraktní entita se systémovými vlastnostmi (strukturovanost, vazby na okolí, cílové chování atd.)

Pod pojmem **system** pak rozumíme abstraktní objekt primárně vytvářený „v hlavě řešitele“, do kterého formou abstrakce (odhlédnutím od nepodstatného), formalizace (uspořádání do tvaru) a zobecňování (na základě hledání společných znaků) řešitel problému zahrnuje již jen to, co je podstatné pro řešení problému. Tento pomocný objekt je pak tvořen již jen abstraktními prvky a vazbami. System $\Sigma(\Omega)$ - viz. dále [74] je abstraktní entita účelově vytvořená subjektem na primární entitě Ω (soustavě) z hlediska řešeného problému, přičemž jeho strukturu tvoří formalizované prvky týkající se entity, které jsou na určité rozlišovací úrovni jeho řešení podstatné.

Pojem **entita** (Ω) je v [74] definován tak, že entita má význam čehokoliv, co lze samostatně zvažovat. Entita obsahuje prvky, které mají definované vlastnosti. Prof. Janíček v [74] uvádí, že prvky entity je každá její část s těmito vlastnostmi:

- Rozlišitelností – jedinec je schopen rozlišit příslušnou část entity na požadované, či možné úrovni,
- Oddělitelností – každá část je principiálně oddělitelná,
- Samostatností – každá část je samostatnou entitou

Aktivace entity [74] je interakce z okolí do entity, která v ní vyvolává procesy (ty dostávají entitu do určitých stavů a ty se navenek nějak projevují). Z hlediska aktivace entity je žádoucí rozlišovat aktivaci entit neživých a živých.

3.2 VYBRANÉ APLIKACE SYSTÉMOVÉHO POJETÍ

V této části disertační práce budou definovány jednotlivé pojmy systémové analýzy vztahované na problematiku brzdění jízdních souprav.

V současné době prakticky neexistují zdroje pro aplikaci systémového pojetí při analýze brzdění jízdních souprav a při zjišťování technického stavu brzdového systému nákladních vozidel. Obecně lze konstatovat, že jsou také omezené zdroje, které se zabývají komplexním popisem a analýzou problematiky brzdění jízdních souprav.

Systemové pojetí a jeho aplikace v různých oblastech forenzní činnosti je poměrně nový aspekt řešení problémových situací. Konkrétní aplikace systémového pojetí na oblast brzdění jízdních souprav, která je předmětem disertační práce je do určité míry komplikováno také absencí

potřebné odborné literatury, proto bylo pro potřeby vypracování disertační práce provedeno několik experimentů.

Jak uvádí [52], **metoda** je ucelený soubor pravidel a popis ověřeného postupu a metodika je algoritmus **metody**, tedy postup, jak aplikovat konkrétní metodu při řešení konkrétního úkolu. Tyto definované pojmy budou aplikované také v disertační práci, kdy jako metody budou popsány a analyzovány diagnostická měření, měření parametrů při brzdění jízdní soupravy a jako **metodika** bude uveden obecně aplikovatelný postup, tedy bude vytvořena **metodika** jak použít metodu, respektive metody při řešení konkrétních zadání.

V rámci problematiky, kterou řeší tato disertační práce, je důležité definovat některé pojmy systémové analýzy, tedy systémového přístupu řešení.

Soustava – z hlediska systémového pojetí se jedná o entity s reálnými prvky. V rámci disertační práce bude **pojem soustava vymezen pro brzdovou soustavu**, která jako entity obsahuje konkrétní přístroje, jako samostatné funkční celky, které jsou vzájemně funkčně provázané a tvoří tedy také soustavu z hlediska systémového pojetí.

Objektem, který je v disertační práci posuzován, **je jízdní souprava**, která se skládá ze dvou základních entit, a to tažného a přípojného vozidla. Z hlediska systémového pojetí splňují tažné a přípojné vozidlo podmínky pro toto označení, protože tvoří samostatné celky, které na sebe vzájemně působí, je tedy mezi nimi vzájemná interakce. Interakce působí nejenom mezi vozidly jízdní soupravy, ale také mezi jízdní soupravou, jako celkem, tedy objektem soupravy a komunikací. Tento systém lze nazvat **soustavou**, na kterou je aplikován systémový přístup, tedy u každého prvku jsou vybrány podstatné vlastnosti a ty jsou sledovány z hlediska jejich vlivu na brzdění. Za těchto podmínek je takto definovaná soustava s vazbami mezi sebou a okolím nazvaná **systémem**.

Disertační práce a její zaměření na brzdění jízdních souprav se v rámci systémového pojetí zabývá řešením problémů, které vyplývají ze samotné **problémové situace, která představuje samotnou dopravní nehodu s účastí jízdní soupravy**, u které existuje podezření na možný vliv technického stavu jízdní soupravy na její příčinu a kterou je na základě zadání orgánu veřejné moci nebo také jiného subjektu potřebné v rámci znaleckého zkoumání řešit. V rámci řešení problematiky související s technickým stavem brzdových soustav tahače a návěsu budou zodpovězeny také otázky vyplývající pouze z požadavku na analýzu technického stavu brzdových soustav jízdní soupravy, kdy tento požadavek nemusí souviset pouze s dopravní nehodou. Může se jednat o problémovou situaci, jejíž řešení souvisí kupříkladu s reklamací zohledňovat nebo provedených servisních úkonů, v důsledku čeho pak dochází k hmotným škodám nebo penalizacím.

Z pohledu systémového přístupu má tato definovaná problémová situace více dílčích problémů, kdy v rámci jejich řešení budou zohledněny také další vlivy, jako jsou například samotný řidič, charakter komunikace, adhezni podmínky, povětrností vlivy nebo rozložení nákladu apod.

Dalším důležitým atributem systémového přístupu ve vztahu k zaměření disertační práce je vytváření systému podstatných veličin.

Vytváření systému **podstatných veličin** je jedním z atributů systémového přístupu. Systém podstatných veličin [52] je množinou charakteristik entity a jejího okolí, které souvisí s problémem z hlediska podstatnosti, tj. mají podstatný význam pro řešení problému a výběr použitých metod. **Veličina** je dána svou formou a obsahem, rozlišovací úrovní, přiřazením a kvantifikátorem veličiny. Vytváření systému veličin na objektu je realizací vztahů mezi subjektem (řešitelem problému) a dvěma různými objekty. Objektem, který je předmětem našeho zájmu tím, že se na něm řeší problém a systémem, který je abstraktním objektem vytvořeným na objektu. Pokud je systém veličin vytvořen na reálné soustavě, je systémem stochastickým, protože veličiny a vazby jsou stochastického charakteru a stochastických zákonitostí, tedy, že výchozí stav určuje příští stavy pouze s určitou pravděpodobností.

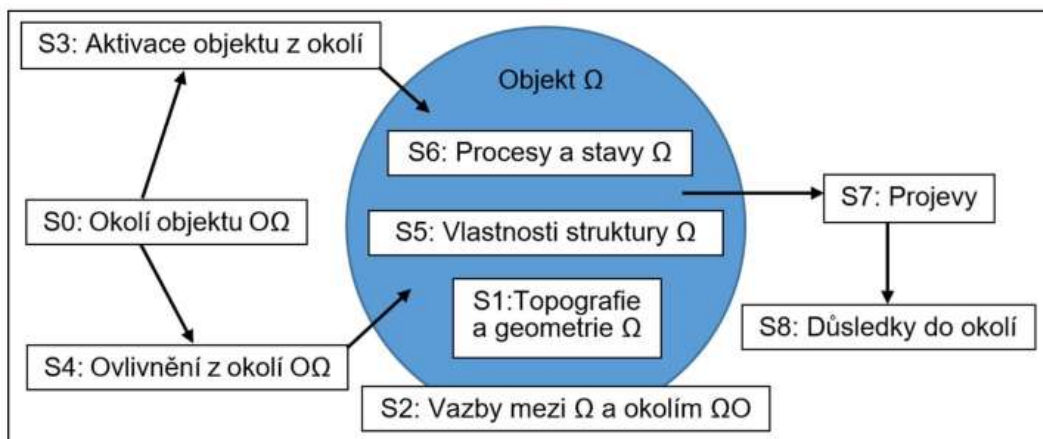
Tab. 5 Podmnožiny systému podstatných veličin [52]

Podmnožina	Obsah podmnožiny:
S0	veličiny popisující okolí objektu
S1	veličiny popisující objekt, jeho strukturu, rozmístění a geometrii (objektové)
S2	veličiny popisující podstatné vazby objektu s jeho okolím (vazbové)
S3	veličiny popisující aktivaci objektu (aktivační)
S4	veličiny působící na objekt z okolí (ovlivňující)
S5	veličiny popisující vlastnosti prvků struktury (strukturně-vlastnostní)
S6	veličiny popisující procesy na struktuře objektu (procesní a stavové)
S7	veličiny popisující projevy (chování) na struktuře objektu (projevové)
S8	veličiny popisující důsledky projevů objektu na okolí (důsledkové)

Cílem řešení je vytvoření množiny podstatných veličin, které obsahují prvky struktury objektu a jeho okolí, a které jsou podstatné z hlediska problému, jenž se na objektu řeší. Pro každý objekt je charakteristické, že má určité okolí tvar (geometrii), že v okolí zaujímá určitou polohu (topologii), že má určité vazby s okolím, přes které se realizují interakce, jenž objekt aktivují a ovlivňují. Aktivace objektu na něm vyvolává procesy a ty mění jeho stavy. Objekt se poté do svého okolí určitým způsobem projevuje, což má určité důsledky. Zanedbání podstatné veličiny systému

veličin je základní chybou modelování, která vede k nesprávným a nevěrohodným výsledkům modelování.

Graficky lze systém podstatných veličin přehledně vyjádřit:



Obr. 23 Systém podstatných veličin, zdroj: [52]

Disertační práce je vzhledem k rozsahu těchto faktorů vymezena na řešení pouze podstatných veličin, které primárně ovlivňují brzdění a stabilitu jízdní soupravy. Problematika řešení brzdění a stability jízdní soupravy úzce souvisí s technickým stavem brzdových soustav jak tažného, tak přípojného vozidla a také vzájemného sladění jejich brzdných účinků.

3.3 PROBLÉM Č. 1 – PODSTATNÉ VLIVY OVLIVŇUJÍCÍ PROCES BRZDĚNÍ A STABILITU JÍZDNÍ SOUPRAVY

3.3.1 Vymezení a formulace problému

V předchozích částech disertační práce jsou popsány základní pojmy a definice systémového pojetí a také základní konkretizace v souvislosti s tematickým zaměřením práce, tedy s brzděním a stabilitou jízdních souprav. Jak již bylo uvedeno, tak v rámci zaměření disertační práce je z pohledu systémové analýzy významnou a lze říci, že primární problémovou situací samotná dopravní nehoda jízdní soupravy. Vzhledem k univerzálnosti a flexibilitě systémového pojetí lze definovat také další problémové situace, protože jako problémovou situaci lze chápat obecně řečeno také jakýkoliv podnět k řešení, tedy vytvoření systému podstatných veličin a následnému definování jejich řešení z hlediska systémového pojetí. Jako problémová situace může být kupříkladu technická závada nebo také ocenění vozidla. Vzhledem k zaměření disertační práce je ale jako problémová situace definována dopravní nehoda jízdní soupravy a k tomuto bude také vztažena definice podstatných vlivů, kterých řešení z hlediska systémového pojetí umožní komplexní řešení této problémové situace.

V rámci řešení problému č. 1 je popsána problémová situace a dílčí problémy, které se vztahují k řešení problémové situace jako celku. Pak jsou vymezeny podstatné vlivy a dílčí problémy, které souvisí s brzděním a stabilitou jízdních souprav. Následně jsou vybrány a dále specifikovány vlivy, které budou definovány jako problémy č. 2 a 3.

3.3.2 Definice podstatných veličin, formulace otázek

Z hlediska systémového pojetí je primární problémovou situací, která je vlastně obsahem disertační práce, dopravní nehoda jízdní soupravy. V rámci řešení této problémové situace je potřebné definovat systém podstatných veličin a vlivů, jejichž výsledek parciálních řešení je v souhrnu řešením problémové situace jako celku. Jedná se tedy o dopravní nehodu, kterou je potřebné řešit a nástrojem k řešení je aplikace systémového pojetí. Samotná dopravní nehoda, jako událost v silničním provozu, souvisí se vznikem hmotné škody na majetku – vozidla, komunikace, zástavba, infrastruktura další majetek osob a podobně a také se zraněním nebo úmrtím osob. Další následky dopravních nehod souvisí s likvidací následků dopravní nehody. V první řadě se jedná o vyproštění a odtah vozidel, což je v případě naložených jízdních souprav spojené s vysokými náklady a použitím speciální techniky a dalších zařízení. Toto jsou přímé následky dopravní nehody, které je potřebné odstranit v co nejkratší době po dopravní nehodě, pak se ale vyskytují další následky, jejichž odstranění si vyžaduje delší časové období. Jedná se kupříkladu o poškození komunikace, dopravních zařízení, výstavby apod. V případě dopravních nehod s účastí jízdních souprav jsou tyto následky poměrně běžným průvodním jevem.

V rámci následného šetření dopravní nehody je potřebné řešit další dílčí problémy, které souvisí se samotným dokumentováním místa dopravní nehody. Jedná se zejména o zadokumentování místa dopravní nehody, tedy komunikace a okolí, kde došlo k dopravní nehodě. Pak je důležité zadokumentování a také zajištění stop, konečného postavení vozidel, případně dalších účastníků dopravní nehody. S dokumentováním místa dopravní nehody souvisí také prohlídka vozidel a jejich případného zajištění pro další úkony související s jejich detailní prohlídkou, součástí které je obvykle také zjištění technického stavu důležitých technických skupin na vznik dopravní nehody. Z hlediska systémového pojetí lze při dokumentování místa dopravní nehody definovat důležité dílčí problémy a vlivy. Při samotném dokumentování místa dopravní nehody může být přítomen také znalec, který je součástí definovaných postupů systémového pojetí.

Další fáze řešení problémové situace je samotná analýza průběhu nehodového děje. V této fázi je již úloha znalce v závislosti na složitosti řešení dopravní nehody podstatnější. Proto je aplikace systémového pojetí samotným znalcem, v této fázi řešení problémové situace, již zásadní

pro dosažení definovaného cíle, tedy výsledného řešení dopravní nehody. Aplikaci systémové analýzy je možné rozdělit na tyto dvě základní části:

- Dílčí problémy a podstatné vlivy související s analýzou místa dopravní nehody, zadokumentovaných stop, vyjádření účastníků a svědků dopravní nehody a dalších informací.
- Dílčí problémy a podstatné vlivy související s technickým stavem vozidel, které byly účastné na dopravní nehodě. Tato problematika souvisí s definováním podstatných vlivů, týkajících se technického stavu jednotlivých skupin nebo kosnstrukčních celků vozidel. Pokud je to vztaženo na téma disertační práce, tak se jedná o technický stav vozidel jízdní soupravy a jejich vzájemné komunikace.

Z tohoto popisu problémové situace, definice dílčích problémů a vlivů je zřejmé, že komplexní řešení problémové situace si vyžaduje definování a následné řešení dílčích problémů a vlivů. Jedná se o široké spektrum těchto faktorů, které vzájemně souvisí. V rámci zaměření disertační práce na brzdění jízdních souprav budou dále definovány dílčí problémy a podstatné vlivy, které s tímto přímo souvisí. Toto je definováno jako problém č. 1, což je vymezení podstatných vlivů na brzdění a stabilitu jízdní soupravy v rámci řešení problémové situace, tedy dopravní nehody.

Z hlediska systémového pojetí je v rámci tematického zaměření disertační práce zkoumáno vzájemné působení dvou entit, tedy tažného a přípojného vozidla a jsou formulovány vlivy na brzdění a stabilitu jízdních souprav i technický stav souprav.

S ohledem na analýzu současného stavu, který je uveden v předchozích kapitolách disertační práce je zřejmé, že problematika brzdění jízdních souprav je velmi široká a vzájemně provázaná. Pro účely této práce budou jako řešení prvního problému formulovány vlivy podstatné. Brzdění a stabilita jízdní soupravy je ovlivněna množstvím faktorů a to jak vnějšími, tak vnitřními.

Vnější faktory souvisí zejména s komunikací a jejími vlastnostmi a také kupříkladu s povětrnostními podmínkami.

Vnitřní faktory lze definovat jako konstrukční a technické vlastnosti vozidel jízdní soupravy, tedy tahače a návěsu a jejich vzájemného propojení. Konstrukční vlastnosti entit – tedy vozidel jízdní soupravy, jsou v souvislosti s řešením problémové situace pevně definovány výrobcem vozidla. Jedná se o vybavení vozidla elektronicky řízenými soustavami, jejich vzájemné interakce, což souvisí s jejich komunikačním rozhraním. Jako technické vlastnosti lze chápat aktuální technické vlastnosti neboli aktuální technický stav vozidel v čase dopravní nehody. Jedná se o poměrně rozsáhlou problematiku, kdy v rámci řešení problémové situace je potřebné důkladně

definovat podstatné vlivy a veličiny, které přímo souvisí s konkrétní problémovou situací. Zde se jeví jako velice vhodné aplikovat metodu systémového pojetí.

Vzhledem k zaměření rozsahu disertační práce bude definice podstatných vlivů a veličin vztažena na brzdové soustavy vozidel jízdní soupravy.

Z hlediska systémového pojetí je formulace vlivů (nebo podstatných veličin) na problémovou situaci jako definice problému č. 1 a výše popsané vlivy lze shrnout na tyto veličiny:

- **Identifikace brzdové soustavy** – na základě znalostí tohoto prvku entity (tedy vozidla), může znalec předpokládat charakteristické vlastnosti brzdové soustavy a na základě dalších souvisejících informací, jako jsou kupříkladu stopy, vyjádření řidiče k průběhu brzdění, postavení vozidel apod. pak může specifikovat proces brzdění. Identifikace typového provedení brzdové soustavy je velice důležitá pro celkové řešení problémové situace a lze ji považovat za jednu ze základních a klíčových informací.
- **Technický stav** mechanických komponentů, pneumatických a elektropneumatických přístrojů, stav elektronické regulace brzdného účinku - tyto veličiny definují technický stav brzdových soustav a na základě jejich znalostí lze spolehlivě simulovat proces brzdění jízdní soupravy a definovat jejich vliv na nehodový děj.
- **Sladění brzdného účinku tažného a přípojného vozidla** – tato veličina významně ovlivňuje brzdění a stabilitu jízdní soupravy a to zejména na povrchu se sníženou adhezí. I když samotné zjištění této veličiny je poměrně obtížné a vyžaduje značné odborné znalosti, její úspěšná identifikace má značný vliv na výsledky analýzy průběhu nehodového děje.
- **Druh, hmotnost a rozložení nákladu** – stav zatížení, případně přetížení, zásadně ovlivňuje proces, respektive režim brzdění jízdní soupravy a znalost rozložení nákladu umožní volbu parametrů simulace průběhu nehodového děje. Také druh nákladu má vliv na problémovou situaci, v závislosti na řešeném zadání je potřebné rozlišovat, zda se jedná o sypký, kapalný, plynný nebo tuhý materiál. V případě tuhého materiálu je pak potřebná také jeho specifikace. Konkrétní vliv této veličiny na vznik nehodového děje je popsán v případové studii č. 4, kde je kromě jiného posuzován také vliv uložení nákladu na vznik problémové situace.
- **Řidič** – jako veličina má významný vliv na brzdění jízdní soupravy. Již samotné stlačení brzdového pedálu, jeho intenzita definují následný režim brzdění. Také v případě zjištění horšího stavu brzdových systémů má řidič důležitý vliv na brzdění. V případě aktivace provozní brzdy je to řidič, kdo rozhoduje o čase a intenzitě její aktivace.
- **Vnější vlivy** – tato veličina zahrnuje dopravně – stavební a technický stav komunikace, adhezní podmínky,

-
- **Ostatní** – tato veličina zahrnuje další zjištěné skutečnosti, které mají vliv na dopravní nehodu, jako jsou kupříkladu stav pneumatik nebo závady dalších soustav vozidla. Jako ostatní vlivy je ale možné zahrnout také stav dostupné literatury pro řešení problémové situace, kde řešerše je uvedena v předchozích částech disertační práce.

Z popisu problému č. 1 je zřejmé, že se jedná o široké spektrum vlivů, jejichž stav souvisí se vznikem a také průběhem dopravní nehody. Jak již bylo uvedeno, komplexní řešení tohoto problému v reálné znalecké praxi ani není možné a je otázkou, zda je to při řešení konkrétní problémové situace také potřebné. Řešení problému č. 1 je limitováno jednak rozsahem vstupních informací, což jsou zadokumentované informace o problémové situaci a také stavem dostupné literatury, což jsou srovnávací, tedy „etalonové“ informace.

Analýzou problému č. 1, což je formulace vlivů na problémovou situaci, tedy na vznik a průběh nehodového děje, jsou specifikované **problémy č. 2 a 3**.

3.3.3 Analýza problému a jeho řešení

Z formulace podstatných vlivů na brzdění a stabilitu jízdní soupravy je zřejmé, že se jedná o širokou škálu dílčích problémů a řešení všech je značně obtížné a v některých případech prakticky nemožné. Navíc by se jednalo o časově a finálně náročnou záležitost a nabízí se otázky, zda je u jednotlivých problémových situací efektivní provádět analýzu všech nebo většiny podstatných vlivů. Při specifikaci dílčích problémů a podstatných vlivů, které je v rámci řešení problémové situace potřebné analyzovat, je jako vhodná metoda aplikace systémového pojetí, což je také předmětem disertační práce. Aplikace principů systémového pojetí ale nemusí být striktním definováním příslušných pojmů vztažených ke konkrétní problémové situaci, toto lze aplikovat „volněji“ formou. Příkladem tohoto můžou být případové studie, které jsou uvedeny v poslední kapitole disertační práce. V těchto případových studiích je definovaná problémová situace a dílčí problémy s důrazem na úkol znalce, což je jedno z primárních kritérií, které je nezbytné zohlednit při následné specifikaci dílčích problémů a jejich řešení. Kupříkladu v problémové situaci č. 1 je uveden popis dopravní nehody, jako problémové situace, ze které je zřejmé, že samotný průběh dopravní nehody je poměrně komplikovaný a policejní orgán jej rozdělil na dva skutky, tedy dvě samostatné dopravní nehody. Také úkolem znalce bylo řešit tuto problémovou situaci jako dva samostatné případy. Z analýzy situace přímo na místě prohlídky ale byly definovány dílčí problémy, podstatné pro dosažení výsledku a zodpovězení otázek, uložených znalci.

Z tohoto popisu vyplývá, že obecné řešení všech podstatných vlivů konkrétní problémové situace je velice náročné a v některých případech také nemožné. Jako příklad je možné uvést také

případovou studii č. 2, kde komplexní řešení všech nebo alespoň většiny podstatných vlivů, je nemožné z důvodu rozsahu poškození přípojného vozidla a komponentů brzdového systému, nebo z důvodu, že příčina vzniku problémové situace je podmíněna aktuálním režimem brzdové soustavy v čase vzniku dopravní nehody.

Z výše uvedeného vyplývá, že řešení všech podstatných vlivů není možné také v rámci rozsahu disertační práce. Proto jsou vybrány dva podstatné vlivy, které budou následně řešeny. Tyto podstatné vlivy souvisí s technickým stavem komponentů brzdové soustavy tažného a přípojného vozidla a s měřením parametrů brzdění jízdní soupravy v předem definovaných režimech, které zahrnují nejčastěji se vyskytující problémy v rámci znaleckého zkoumání.

Jako problém č. 2 je selekce důležitého vlivu na problémovou situaci, který bude kvantifikován a dále zpracován v rámci zadání disertační práce.

Problém č. 2 je definován jako analýza vlivů technického stavu brzdových soustav tahače a návěsu na brzdění jízdní soupravy. Jedná se tedy o kvantifikaci vlivu vybraných podstatných veličin na brzdění a stabilitu jízdní soupravy. Tato specifikace problému č. 2 vychází z toho, že technický stav brzdových soustav má výrazný vliv na nehodový děj. Řešení takto definovaného problému také zahrnuje analýzu hned několika vlivů, které jsou popsány v rámci problému č. 1. Prioritně se jedná se o tyto vlivy:

- Identifikace brzdové soustavy.
- Stav mechanických komponentů, pneumatických a elektropneumatických přístrojů, stav elektronické regulace brzdného účinku.

Sekundárně nebo částečně jsou v rámci problému č. 2 řešeny také tyto vlivy:

- Sladění brzdného účinku tažného a přípojného vozidla.
- Identifikace brzdové soustavy.

Řešení problému č. 2 bude prováděno metodou měření, formou konkretizačních experimentů. V rámci přípravy těchto experimentů jsou definovány stavy, které budou v rámci experimentu dále měřeny a vyhodnocovány. Jako součást těchto experimentů je měření vybraných parametrů brzdění jízdní soupravy při simulaci závady nebo nevyhovujícího technického stavu brzdových soustav. Na problém č. 2 pak navazuje definice a řešení problému č. 3, což je metodika zjištění technického stavu brzdových soustav tažného a přípojného vozidla.

3.4 PROBLÉM Č. 2 – KVANTIFIKACE VLIVU VYBRANÝCH PODSTATNÝCH VELIČIN NA BRZDĚNÍ A STABILITU JÍZDNÍ SOUPRAVY

3.4.1 Vymezení a formulace problému

Brzdění a stabilita jízdní soupravy je ovlivněna množstvím vlivů, kdy výsledkem působení těchto vlivů je problémová situace, která má své specifické vlastnosti. Lze říct, že charakter těchto vlivů definuje specifické, a někdy i jedinečné, vlastnosti problémové situace. Tuto myšlenku lze použít i opačně. Analýza specifických a jedinečných vlastností konkrétní problémové situace definuje výběr podstatných vlivů a veličin a jejich rozsah řešení.

V rámci řešení problému č. 1 je uveden popis a specifikace podstatných vlivů, které ovlivňují proces brzdění a stability jízdní soupravy. Řešení všech těchto vlivů v souvislosti s konkrétní problémovou situací je prakticky nemožné a také není efektivní. Proto je potřebné specifikovat vlivy, které podstatným způsobem ovlivnily vznik a průběh konkrétně problémové situace, tedy dopravní nehody. Toto lze účinně provést aplikací metod systémového pojetí při analýze dopravní nehody jako celku. V rámci disertační práce jsou z množství podstatných vlivů specifikovány vlivy, které ovlivňují brzdění a stabilitu jízdní soupravy. Jako problém č. 2 je definována kvantifikace vlivu vybraných podstatných veličin na brzdění a stabilitu jízdní soupravy. Tento problém logicky vyplývá z řešení předchozího problému, tedy problému č. 1. Formulace a vymezení problému č. 2 jsou tedy jasné, je ale potřebné definovat dílčí problémy a konkrétně formulovat otázky.

Brzdění a stabilitu jízdní soupravy ovlivňují jak vnější, tak vnitřní vlivy. Jak již bylo opakovaně zmíněno dříve, tak v rámci rozsahu tematického zaměření disertační práce nelze řešit všechny definované podstatné vlivy. Proto budou vybrány důležité, a v rámci řešení problémové situace, běžné podstatné vlivy. Jejich výběr je ovlivněn také tím, že byt se jedná o důležité vlivy, není pro jejich aplikaci ve znalecké praxi dostatek spolehlivých podkladů. A z tohoto důvodu je potřebné se těmito vlivy blíže zabývat.

V rámci následného řešení tohoto problému budou definovány podstatné vlivy na brzdění jízdní soupravy. Analyzovány jsou vnitřní vlivy, protože z pohledu znalce je tato oblast vlivů náročnější na odborné znalosti a rozsah dostupné dokumentace.

V rámci řešení problému č. 1 byly definovány podstatné vnitřní vlivy. Některé z nich, kupříkladu samotná identifikace vozidel, konfigurace brzdových soustav, jsou dané výrobcem, důležitá je pouze jejich praktická aplikace v rámci řešení konkrétní situace. Je zde ale také další skupina vnitřních podstatných vlivů, jejichž samotné definování je náročné na rozsah znalostí a dostupnost potřebných zdrojů. Na tuto oblast vlivů je zaměřen problém č. 2.

Vnitřní vlivy na brzdění a stabilitu jízdní soupravy souvisí s již zmiňovanými konstrukčními a technickými vlastnostmi vozidel jízdní soupravy, konfigurací a vzájemnou komunikací jednotlivých elektronicky řízených soustav a konstrukčních celků. Toto je možné poměrně jednoduše identifikovat. Důležitá a lze říci, že zásadní, je znalost aktuálních funkčních režimů a poruchových stavů těchto soustav v čase vzniku dopravní nehody a posuzení vlivu těchto režimů a poruchových stavů na vznik a průběh konkrétní dopravní nehody. V závislosti na typovém provedení vozidel jízdní soupravy má na brzdění a stabilitu jízdní soupravy vliv buď pouze brzdová soustava nebo více elektronicky řízených soustav. S ohledem na rozsah a tematické zaměření disertační práce bude řešen vliv pouze brzdových soustav vozidel jízdní soupravy.

I když se výběr podstatných vlivů omezí pouze na brzdové soustavy, je počet vlivů na brzdění a stabilitu jízdní soupravy jako na jeden z aspektů ovlivňujících vznik problémové situace, poměrně obsáhlý. Proto jsou pro výběr podstatných vlivů, které jsou konkretizované pro následnou kvantifikaci definovány tyto podmínky:

- Zameření na brzdové soustavy vozidel jízdní soupravy
- Procentuální obsazenost vybraných typových provedení brzdových soustav na vozidlech
- Četnost výskytu vybraných vlivů při vzniku dopravních nehod

S akceptováním těchto podmínek jsou pro následnou analýzu podstatné tyto vlivy, které souvisí s brzděním a stabilitou jízdní soupravy:

- Parametry podélného zpomalení, respektive zrychlení, tažného a přípojného vozidla v průběhu celého procesu brzdění
- Parametry příčného zrychlení/zpomalení tažného a přípojného vozidla v průběhu celého procesu brzdění
- Náběh brzdného účinku tažného vozidla od primárního aktivačního impulzu – sešlápnutí brzdového pedálu
- Náběh brzdného účinku přípojného vozidla od primárního aktivačního impulzu – sešlápnutí brzdového pedálu
- Náběh brzdného účinku přípojného vozidla od sekundárního pneumatického, a také CAN signálu
- Parametry popsaných podélných a příčných zpomalení a také náběhů brzdného účinku v různých funkčních a poruchových režimech. Jedná se zejména o tyto režimy:
 - Režim provozní brzdy
 - Režim parkovací brzdy
 - Režim nouzové brzdy
 - Režim aktivace asistenčních soustav

-
- Poruchový režim související se závadou jiné, elektronicky řízené soustavy, která je zdrojem signálů, případně dalších informací pro brzdové soustavy
 - Poruchový režim související se závadou brzdové soustavy, která je mechanického nebo pneumatického charakteru
 - Poruchový režim související se závadou brzdové soustavy, která je elektrického charakteru

Tyto vlivy, které ovlivňují proces brzdění a stabilitu jízdní soupravy lze ještě detailněji specifikovat na jednotlivé podsoustavy, komponenty, případně konstrukční celky. Je tedy zřejmé, že se jedná o množství vlivů, jejichž další specifikace závisí na konkrétní technické specifikaci vozidla a konfiguraci jeho elektronicky řízených soustav. Z těchto vlivů jsou na základě výše uvedených podmínek vybrány podstatné vlivy, které jsou dále kvantifikovány.

3.4.2 Definice dílčích podstatných veličin, formulace otázek

Z popisu vlivů a podstatných veličin, které ovlivňují brzdění a stabilitu jízdní soupravy vyplývá, že jejich množství a kombinace v souvislosti s typovým provedením vozidel znamená značné množství těchto vlivů. Z těchto vlivů jsou pro další analýzu vybrány podstatné vlivy, které splňují tato kritéria výběru:

- Vlivy a podstatné veličiny mají vysoký vliv na proces brzdění a stabilitu jízdní soupravy. Podmínky tohoto kritéria jsou specifikovány funkčními vlastnostmi brzdových soustav tažného a přípojného vozidla.
- Počet vlivů a podstatných veličin na vznik problémové situace, tedy dopravní nehody. Splnění podmínek tohoto kritéria lze specifikovat na základě funkčních vlastností brzdových systémů a aplikovat lze také dostupné informace ve statistikách dopravní nehodovosti, které jsou také jedním ze zdrojů, použitých v disertační práci.
- Technická specifikace vozidel a konfigurace brzdových soustav se běžně vyskytuje v provozu a zahrnuje v procentuálním vyjádření více než 70 % vozového parku.
- Technická realizace kvantifikace vybraných podstatných veličin a praktické využití výsledků. Tato podmínka zahrnuje možnost spolehlivé aplikace metod měření a zpracování výsledků, a jejich následného praktického využití.

Na základě těchto kritérií byly pro další kvantifikaci vybrány tyto dílčí problémy a podstatné vlivy:

- **Zpomalení v podélném směru tahače:** tento parametr přímo ovlivňuje brzdění tahače a také jízdní soupravy, naměřené výsledky a závěry lze použít pro poměrně širokou škálu vozidel se srovnatelnou konfigurací brzdové soustavy

- **Zpomalení v podélném směru návěsu:** tento parametr přímo ovlivňuje brzdění návěsu a také jízdní soupravy jako celku. Také u přípojného vozidla lze naměřené výsledky použít pro většinu přípojných vozidel srovnatelného typového provedení
- **Náběh brzdného účinku:** tento parametr ovlivňuje celkovou brzdovou dráhu jízdní soupravy, a proto je v rámci zaměření disertační práce vyhodnocen. Fáze náběhu brzdného účinku při měření zahrnuje samotný náběh brzdného účinku a také prodlevu brzdové soustavy, zpracována bude průměrná hodnota brzdové soustavy tahače a také návěsu. Je ale potřebné zdůraznit, že se nejedná o hodnotu rozdílu v náběhu brzdného účinku tahače a návěsu, to je parametr odlišný, který nebyl vzhledem k technickým možnostem použitých měřících zařízení měřen.

Tyto parametry jsou měřeny ve **třech režimech**. Jedná se o:

- Měření parametrů ve stavu, kdy se nevyskytuje závada brzdových soustav tahače a návěsu
- Měření parametrů, kdy je simulována elektrická závada brzdové soustavy přípojného vozidla
- Měření parametrů, kdy je simulována mechanická neboli pneumatická závada brzdové soustavy návěsu.

Analýza těchto definovaných dílčích problémů je potřebná pro řešení problémové situace jako celku. Závěry řešení problému č. 2, které jsou předmětem další části disertační práce, je možné aplikovat kupříkladu při simulaci průběhu nehodového děje.

3.4.3 Analýza problému a jeho řešení

V předchozí části jsou definovány dílčí problémy a vybrány jsou podstatné veličiny, které jsou dále v této části disertační práce zjišťovány a vyhodnoceny. Pro tyto účely je potřebné provést experimenty, respektive jízdní zkoušky, za předem definovaných stavů a vymezit rozsah a způsob měření vybraných měřených veličin. Z tohoto popisu vyplývá, že pro zjištění definovaných parametrů je potřebné provést jejich praktická měření. Pro potřeby samotného měření je potřebné definovat objekt měření, což zahrnuje technickou specifikaci vozidel jízdní soupravy a jejich brzdových soustav a také zvolit optimální metodiku a metody měření, což zaručí spolehlivou aplikaci zjištěných závěrů ve znalecké praxi.

Jako objekt měření byla zvolena jízdní souprava, která se skládá z dvounápravového tahače a třínápravového plachtového návěsu. Obě vozidla jsou vybavena elektronickou brzdovou spustavou a vzájemné komunikační propojení těchto soustav je prostřednictvím komunikačního protokolu ISO 7638. Jak již v disertační práci bylo opakovaně uvedeno, jedná se o specifikaci jízdní

soupravy, které se nejvíce vyskytují v provozu na pozemních komunikacích a také jejich podíl na dopravní nehodovosti je velice výrazný.

Objekt pro řešení tohoto problému je tedy definován. Pro potřeby řešení problému, tedy kvantifikaci vlivu podstatných veličin na brzdění a stabilitu jízdní soupravy je potřebné definovat také metodu jejich zjištění a následného vyhodnocení. Jedná se tedy o stanovení metod a metodiky měření vybraných podstatných veličin a jejich následného vyhodnocení.

Pro potřeby řešení tohoto druhého problému byly provedeny celkem 3 sady praktických měření parametrů brzdění jízdní soupravy, z toho 2 x na suchém povrchu a 1 x na povrchu se sníženou adhezí. Přehled jednotlivých sad měření:

1. Měření dne 16.01.2018 – měření na povrchu se sníženou adhezí
2. Měření dne 18.08.2017 – měření na suchém povrchu
3. Měření dne 14.04.2018 – měření na suchém povrchu

Sada měření 2) a 3) proběhla za totožných adhezních podmínek a také za obdobných, srovnatelných povětrnostních podmínek. Tato měření byla prováděna za použití různých měřících zařízení, jejich porovnání a vyhodnocení výsledku bude také popsáno v této části disertační práce.

Při měření byly použity různé měřicí přístroje, takže v rámci analýzy výsledků budou porovnány vlivy použití měřících přístrojů a metod měření na přesnost a také rozsah a možnosti zpracování výsledků.

Měření bylo prováděno na jízdních soupravách, jejichž konfigurace odpovídala běžně používaným jízdním soupravám v provozu, také jejich technický stav odpovídal běžnému provozu. Postupy zjištění technického stavu je součástí popisu řešení třetího problému. I když tažná a přípojná vozidla byla téměř shodného typového provedení, konfigurace jejich brzdových soustav nebyla zcela totožná. Zejména v případě návěsů byly rozdíly v konfiguraci brzdové soustavy a také v použití dalších přídavných funkcí. Ve znalecké praxi je potřebné tyto prvky brzdových soustav identifikovat a posoudit jejich vliv na konkrétní řešenou problémovou situaci.

Porovnání specifikace a konfigurací brzdových soustav při jednotlivých měřeních:

V předchozích kapitolách disertační práce jsem při posuzování technického stavu brzdových soustav opakovaně popisoval, že důležitým parametrem, který je posouván, je technická specifikace, a konfigurace brzdové soustavy a také přídavné funkce. Otázku, kterou bych chtěl v této části alespoň částečně zodpovědět, je to, jak tyto parametry analyzovat a jaký mají vliv na brzdění jízdní soupravy. **Tento postup je vhodné provádět před samotným experimentem,**

tedy před měřením, protože v závislosti na zjištěných informacích lze následně upřesnit rozsah samotných měření.

Při jednotlivých měřeních, která byla pro účely disertační práce prováděna, byly použity jízdní soupravy, kde byla vozidla, tedy tahač a také návěs shodného typového provedení. Tahače byly typu MAN TGX 18.440 a návěsy typu KRONE SD. V tabulce níže je uveden přehled tahačů a návěsů, použitých při jednotlivých měřeních. V tabulce jsou uvedeny parametry tahačů a návěsů se zaměřením na brzdové soustavy a přídatné funkce. Tahače měly brzdové soustavy shodné typové a konfigurační specifikace. Toto je v provozu poměrně běžné. Návěsy měly osazeny brzdové soustavy shodné typové specifikace, ale konfigurace a přídatné funkce byly rozdílné.

Porovnání technických specifikací, konfigurací a přídatných funkcí brzdových systémů tažného a přípojného u jednotlivých měření:

Tab. 6 Specifikace vozidel jízdní soupravy a konfigurace brzdových soustav a přídatných funkcí [73]

Datum měření	16.01.2017	18.08.2017	14.04.2018
TAŽNÉ VOZIDLO			
Výrobce, typ	MAN TGX 18.440	MAN TGX 18.440	MAN TGX 18.440
Registrační značka	4H9 3893	6H2 9170	5H2 0531
Konfigurace pohonu	4x2	4x2	4x2
Technická specifikace brzdového systému	Elektronický brzdový systém (EBS)	Elektronický brzdový systém (EBS)	Elektronický brzdový systém (EBS)
Konfigurace brzdového systému	4S/4M	4S/4M	4S/4M
Výrobce, typ brzdového systému	KNORR-BREMSE, EBS 5	KNORR-BREMSE, EBS 5	KNORR-BREMSE, EBS 5
Brzdový asistent/nouzové brzdění	ano	ano	ano
Stabilizační systém (ESP)	ne	ne	ne
PŘÍPOJNÉ VOZIDLO			
Výrobce, typ	KRONE SD	KRONE SD	KRONE SD
registrační značka	5H5 2448	5H8 9586	5H0 1747
Technická specifikace brzdového systému	Elektronický brzdový systém (TEBS)	Elektronický brzdový systém (TEBS)	Elektronický brzdový systém (TEBS)
Konfigurace brzdového systému	2S/2M	4S/3M	2S/2M
Výrobce, typ brzdového systému	WABCO, TEBS-E	WABCO, TEBS-E	WABCO, TEBS-E
ISO 7638, 7 pin	ano	ano	ano
Brzdový asistent/nouzové brzdění	ano	ano	ano
Stabilizační systém (RSS)	ano	ano	ano
Přídatné funkce	24V-01, TH, ILS1 ISS1	TH, eTASC, ILS1, ILS2, ALS2, LS1	24V-01, ILS, TH

Vliv konfigurace brzdového systému na proces brzdění:

U všech tří měření jsou tahače MAN TGX 18.440 osazené elektronickou brzdovou soustavou KNORR-BREMSE EBS 5, konfigurace 4S/4M. Funkční režimy provozního brzdového pod systému jsou tedy u všech měření shodné, včetně způsobu aktivace brzdného asistenta v režimu kritického brzdění. U tohoto typového provedení brzdové soustavy je důležité:

- Každé kolo má vlastní snímač otáček pólového kola, který je induktivní.
- V běžném režimu brzdění elektronická řídicí jednotka reguluje brzdný účinek přední a zadní nápravy v závislosti na zjištěném skluzu.
- V režimu ABS elektronická řídicí jednotka reguluje brzdný účinek každého kola zvlášť, přičemž kola přední nápravy jsou regulována v režimu MIR (modifikovaná individuální regulace) a kola zadní nápravy v režimu IR (individuální regulace). Toto je ale pouze v režimu, kdy se nevyskytují závady ovlivňující tuto funkci, toto posouzení je předmětem vyhodnocení výsledků sériové diagnostiky. Pokud se vyskytne závada, která je vyhodnocena jako ovlivňující funkční režim ABS, je potřebné požit technickou, zpravidla homologační dokumentaci výrobce brzdové soustavy a vyhodnotit funkční režimy při výskytu konkrétních závad.
- Aktivaci kritického brzdění/brzdného asistenta.
- Aktivaci plného brzdného účinku při přetížení jízdní soupravy.

Je ale potřebné zdůraznit, že výše uvedený popis platí pouze pro tuto konkrétní brzdovou soustavu a nelze jej zevšeobecňovat.

Návěsy KRONE SD jsou u všech měření osazeny elektronickou brzdovou soustavou WABCO EBS E. Konfigurace elektronické brzdové soustavy byly u návěsů použitých k měření ve dnech 16.1.2017 a 14.4.2018 2S/2M, návěs, použitý k měření dne 18.8.2017 měl elektronickou brzdovou soustavu konfigurace 4S/3M. Tento parametr je důležitý při posuzování zjištěných závad a obdobně, jako při tahači, je potřebné použít technickou dokumentaci výrobce soustavy.

Při aktivaci pod systému provozní brzdy je algoritmus výpočtu výsledné brzdné síly a tedy také výsledných brzdných tlaků na výstupech z modulátoru, respektive modulátorů shodný, není tedy rozdíl ve výsledném brzdném účinku u konfigurace 2S/2M a konfigurace 4S/3M. Rozdílná je ale aktivace, respektive způsob regulace protiblokovacího systému ABS, tento je u soustavy konfigurace 4S/3M regulován dle jiného algoritmu, což je dáno přídatným modulátorem a ve srovnání se systémem konfigurace 2S/2M je regulace efektivnější. Srovnání těchto parametrů ale není předmětem disertační práce. V závislosti na zadaném úkolu je potřebné zohlednit skutečnost, že dvoukanálový modulátor TEBS aktivuje v režimu ABS některou ze stranových regulací a

jednokanálový modulátor, v případě konfigurace 4S/3M, aktivuje některý z režimů nápravové regulace, kdy detailní informace lze zjistit z dokumentace výrobce soustavy.

Návěsy byly vybaveny také některými přídatnými funkcemi. Proto bude v následném popisu uvedena jejich specifikace a vliv na proces brzdění.

Specifikace a popis některých přídatných funkcí:

TH – pomoc při rozjezdu, tato přídatná funkce nemá vliv na brzdění přípojného vozidla a ani nemá vliv na jeho stabilitu při brzdění.

24V-01 – napájení příslušného přípoje (PIN) permanentním napětím 24 V, nemá vliv na brzdění přípojného vozidla a ani na jeho stabilitu v průběhu brzdění.

ILS, ILS1, ILS2, ISS1, ALS2, LS1 – impulzní signály, aktivované v závislosti na rychlosti, nebo aktivační signály. Tyto slouží pro aktivaci nebo změny stavů přídatných funkcí. Tyto signály neovlivňují brzdění, ale v závislosti na funkčním režimu přídatných funkcí, které aktivují, mohou pozitivně ovlivnit stabilitu jízdy například při brzdění v zatáčkách nebo stabilitu návěsu při průjezdu zatáček. V případě měření zpomalení jízdních souprav, které jsou předmětem disertační práce, ale tyto signály neovlivňovaly průběhy zpomalení. Měření probíhala při brzdění v přímém směru nebo při vyhýbacím manévru při rychlostech, kdy nejsou přídatné funkce těmito signály aktivované nebo je jejich vliv zanedbatelný.

eTASC – přídatná funkce elektronického systému pérování. Ovlivňuje stabilitu jízdní soupravy při brzdění v zatáčce nebo při průjezdu zatáčkou. V případě měření zpomalení jízdních souprav, které jsou předmětem disertační práce, ale tyto signály neovlivňovaly průběhy zpomalení. Měření probíhala při brzdění v přímém směru nebo při vyhýbacím manévru při rychlostech, kdy nejsou přídatné funkce těmito signály aktivované nebo je jejich vliv zanedbatelný.

Analýza výsledků měření

Jak již bylo uvedeno v předchozí části disertační práce, provedeny byly celkem tři sady měření, jejichž postupy, cíle, výsledky a jejich vyhodnocení jsou uvedeny v této části práce.

Měření zpomalení jízdní soupravy, měření č. 1 dne 16.1.2017

První měření brzdného účinku bylo realizováno dne 16.1.2017. Primárním cílem tohoto měření bylo vyzkoušet vhodnost měřícího zařízení a optimalizovat metodiku dalších následných měření. Vzhledem k tomu, že byla možnost měření na povrchu se sníženou adhezí, byly měřeny také některé parametry, které by na suchém povrchu nebylo možné měřit.

Identifikace tažného a přípojného vozidla:

Parametry tahače MAN TGX 18.440, specifikace v rozsahu potřebném pro potřeby příspěvku:

Tab. 7 Vybrané parametry tahače [73]

Značka a typ vozidla	MAN TGX 18.440
Druh vozidla	tahač návěsů
Rok výroby/uvedení do provozu	2011
Počet najetých kilometrů	747 695 km
Počet náprav (z toho poháněných)	2 - 1 zadní (4x2)
Specifikace brzdové soustavy	EBS (elektronický brzdový systém)
Výrobce, typ	KNORR-BREMSE, EBS 5
Konfigurace	4S/4M
Provozní hmotnost (kg)	7 370
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost (kg)	20 000/18 000
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost na nápravu (kg)	7 500/7 500, 12 600/11 500
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost jízdní soupravy (kg)	44 000/44 000

Parametry návěsu KRONE SD PROFI LINER, specifikace v rozsahu potřebném pro potřeby příspěvku:

Tab. 8 Vybrané parametry návěsu [73]

Značka a typ vozidla	KRONE SD PROFI LINER
Druh vozidla	nákladní návěs valníkový
Rok výroby/uvedení do provozu	2014
Počet najetých kilometrů	nezjištěn
Počet náprav (z toho poháněných)	3 -0
Zvedací náprava (počet/specifikace)	1, první
Specifikace brzdové soustavy	EBS (elektronický brzdový systém)
Výrobce, typ	WABCO, TEBS E
Konfigurace	4S/2M

Rozvor (mm)	T 6 170/1 310/1 310
Provozní hmotnost (kg)	6 450
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost (kg)	39 000/36 000
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost na nápravu (kg)	T 12 000, 9 000/8 000, 9 000/8 000, 9 000/8 000

Celkový pohled na jízdní soupravu, která byla použita pro měření brzdných parametrů je na obr. 24.

Obr. 24 Celkový pohled na jízdní soupravu (zdroj: autor)



Datum měření:

16.1.2017

Místo měření:

Silnice č. 303, úsek Náchod – Broumov

Podmínky:

Teplota vzduchu: ~ - 6 ° C.

Komunikace:

Silnice č. 303, úsek Náchod – Broumov: živičný povrch (asfalt), mokrý asfalt, částečně se vyskytující mokrý sníh.

Technický stav jízdní soupravy:

Tažné a přípojné vozidlo je ve vyhovujícím technickém stavu, technická kontrola platná.

Zatížení jízdní soupravy:

Pro potřeby měření byl návěs zatížen nákladem o hmotnosti 15 000 kg, náklad rovnoměrně rozložen.

Použité metody měření:

Typ měřicího zařízení: RACELOGIC VBOX (USI BRNO)

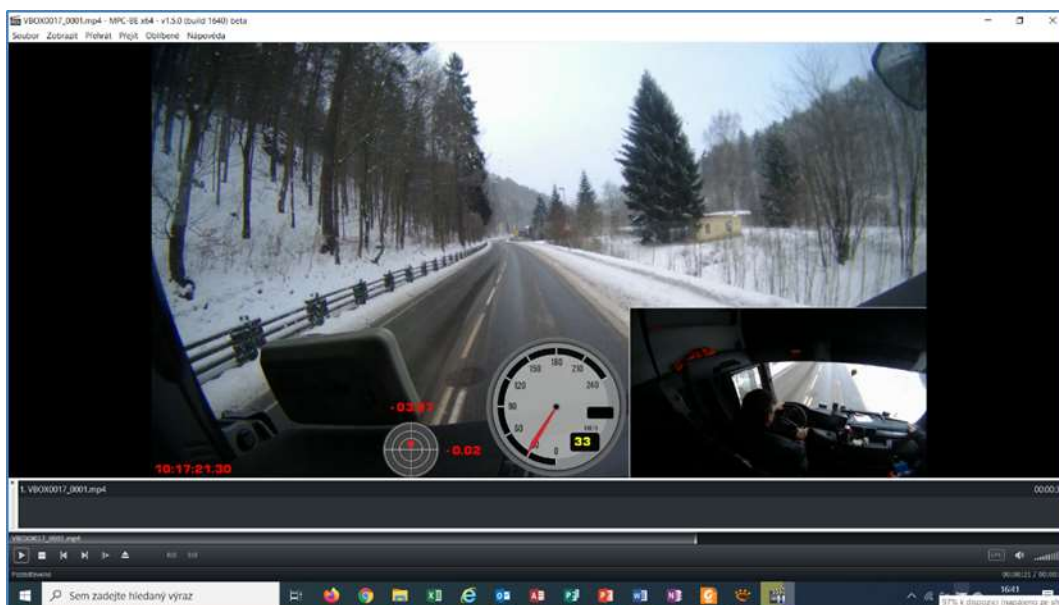
Umístění snímacího boxu: tahač - přední část kabiny. Posouzení vhodnosti, respektive vlivu umístění měřicího zařízení vně kabiny tahače na výsledky měření bylo také jedním z cílů měření. Měřicí zařízení Racelogic, které je zobrazeno na obr.č. 25 se skládá z GPS modulu, měřicího boxu, ovládacího panelu a dvou kamer. Jedna z kamer byla umístěna tak, aby snímala komunikaci před tahačem a druhá kamera snímala manipulaci s volantem řidičem jízdní soupravy.



Obr. 25 Ilustrační zobrazení měřicího zařízení Racelogic (zdroj: www.Racelogic.co.uk)

Popis a výsledky měření:

Měření bylo prováděno s cílem posouzení vhodnosti, respektive vlivu umístění měřicího zařízení vně kabiny tahače na výsledky měření a také s cílem měření parametrů zpomalení jízdní soupravy na povrchu se sníženou adhezí. Měření bylo prováděno na komunikaci se živičným povrchem, tento povrch byl mokrý se zbytky rozbředlého sněhu, koeficient adheze bylo možno předpokládat přibližně v rozmezí $\mu = 0,3$ až $0,4$. Pohled na stav komunikace v průběhu měření je na obr. 26.



Obr. 26 Zobrazení stavu komunikace při měření dne 16.1.2017 (zdroj: autor)

Měřicí zařízení Racelogic bylo umístěno v přední části kabiny tahače. Vzhledem ke konstrukci měřicího zařízení, které bylo v sériovém provedení bez úprav pro potřeby měření, nebylo jeho jiné umístění možné. V případě měření parametrů zpomalení osobního vozidla nebo dodávky, případně užitkového vozidla bez odpružené kabiny, by měření bylo korektní, ale v případě použitého tahače se jednalo o vozidlo s pneumaticky odpruženou kabinou, takže bylo potřebné zjistit, jaký má toto vliv na měřené parametry a zda a do jaké míry jsou výsledky použitelné. Tyto závěry lze následně použít také ve znalecké praxi, protože použité zařízení je poměrně dostupné a rozšířené. Na obr. 25 je zobrazení charakteristického průběhu naměřeného podélného zpomalení (g) a rychlosti (km/h) v závislosti na čase (s). Vyznačeny jsou oblasti vlivu odpružení kabiny a oblast, která je použitelná pro zpracování parametrů podélného zpomalení. Srovnatelný průběh parametrů se vyskytoval u všech použitelných měření. V oblasti začátku náběhu brzdného účinku je viditelná poměrně výrazná skoková změna zpomalení ve fázi, kdy je snížení rychlosti nevýrazné. Je zřejmé, že k této skokové změně zpomalení došlo vlivem odpružení kabiny. V závěru měření, kdy je rychlost jízdní soupravy blízká nulové hodnotě, je viditelný výrazný nárůst zrychlení. K tomuto efektu může dojít v případě měření na povrchu se sníženou adhezí z těchto důvodů:

- Vliv sníženého brzdného účinku návěsu, kdy se tento stav výrazněji projevuje právě při brzdění na povrchu se sníženou adhezí a dochází k „tlačení“ tahače návěsem. Vliv sníženého brzdného účinku návěsu byl ale po vyhodnocení dalších měření vyloučen. Z informací provozovatele jízdní soupravy vyplynulo, že jízdní souprava jezdila delší dobu, přibližně 3 až 4 měsíce, v tomto složení tahače a návěsu bez dalšího přepřahání. Snížený brzdný účinek návěsu by s vysokou pravděpodobností zpozoroval také řidič a při prohlídce komponentů

jednotek kolových brzd před měřením by se toto také dalo zpozorovat zvýšeným opotřebením nebo také tepelným přetížením brzdových kotoučů tahače (měl jsem k dispozici informace o servisních úkonech). Tento efekt by se také projevil při náběhu brzdného účinku v počáteční fázi brzdění.

- Vliv odpružení kabiny. Vzhledem k výše uvedenému je tento faktor technicky přijatelnou příčinou výrazného nárůstu podélného zrychlení.

Na obr. 27 je vyznačená oblast, která byla použitelná pro vyhodnocení výsledků měření podélného zpomalení.



Obr. 27 Ukázka charakteristického průběhu měření s vyznačením oblasti vlivu odpružení kabiny a oblasti použitelné pro vyhodnocení výsledků (zdroj: autor)

V tabulce 7 jsou uvedeny výsledky měření ze dne 16.1.2017. Celkem bylo provedeno 24 měření, ale při vyhodnocování průběhu zpomalení bylo pro zpracování upotřebitelných celkem 9 měření. Toto bylo ovlivněno podmínkami měření, které probíhalo na komunikaci v běžném provozu. Měření bylo prováděno z počáteční rychlosti jízdní soupravy $v = 60$ až 70 km/h.

V tabulce č. 9 jsou zobrazeny průměrné hodnoty podélného zpomalení jízdní soupravy u jednotlivých měření, které byly upotřebitelné. Oblasti pro zpracování výsledků byly u jednotlivých měření zvoleny tak, že byly odstraněny hodnoty, kde se projevovalo odpružení kabiny. Z tabulky je viditelné, že hodnoty zpomalení jsou v rozsahu od $1,82$ m/s² po $3,70$ m/s². Tyto výsledky podélného zpomalení jsou poměrně rozdílné, ale se zohledněním faktorů, které budou následně popsány, je lze použít ve znalecké praxi. Faktory, které ovlivnily naměřené hodnoty:

- Povrch komunikace. Měření bylo prováděno na úseku přibližně 5 km, a to v obou směrech jízdy a také v časovém rozmezí přibližně 2,5 až 3 hodin. Všechna měření tedy neprobíhala za zcela shodných adhezních a povětrnostních podmínek.

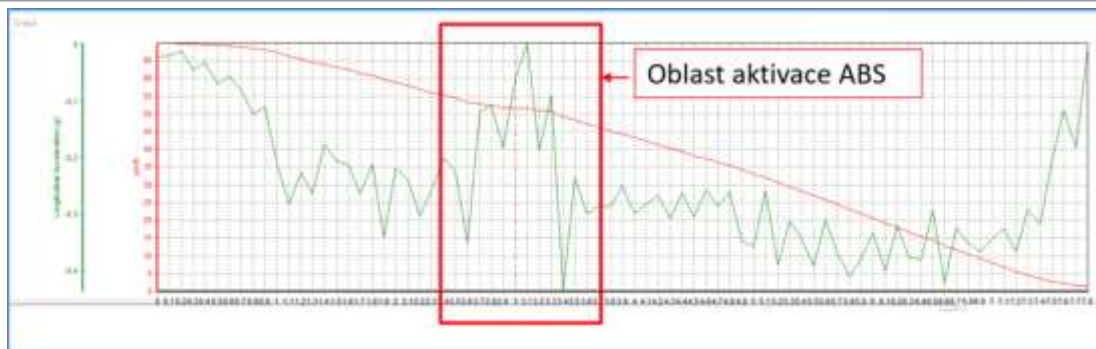
- Aktivace brzdného asistenta. Jak brzdová soustava tahače, tak brzdová soustava návěsu má tuto přídatnou funkci. Brzdný asistent je aktivován v případě, že dojde ke stlačení brzdového pedálu > 90%. Měření probíhalo na komunikaci v běžném silničním provozu a na povrchu se sníženou adhezí a je tedy potřebné zohlednit také „lidský faktor“, kdy řidič u jednotlivých měření nesešlapoval brzdový pedál se stejnou intenzitou. Aktivace brzdného asistenta neboli kritického brzdění není v případě této jízdní soupravy nijak signalizována nebo uložena v paměti některé z elektronických řídicích jednotek. Na základě subjektivního hodnocení intenzity brzdného účinku lze uvést, že k aktivaci brzdného asistenta došlo zcela určitě v případě měření č.: 0011,0013, 0015 a 0017.

Tab. 9 Výsledky měření podélného zpomalení (zdroj: autor)

Číslo měření	Průměrná hodnota podélného zpomalení (m/s ²)	Poznámka
0006	2,22	
0007	1,82	
0008	2,63	
0009	1,96	
0011	3,38	
0012	2,52	
0013	3,70	
0015	3,52	
0017	3,52	
0021	2,75	aktivace ABS

V tabulce 9 je v poznámkách u měření č.0021 uvedeno, že došlo k aktivaci ABS. Vzhledem k tomu, že měření probíhalo na povrchu se sníženou adhezí, tak aktivace ABS bylo možné očekávat.

Na obr. 28 je grafické zobrazení průběhu rychlosti a podélného zpomalení (zelená křivka) v případě měření, kdy došlo k aktivaci ABS. Vzhledem k metodice měření nelze z výsledků měření určit, zda došlo k aktivaci ABS na tahači, návěsu, nebo obou vozidel. Na základě subjektivního posouzení, kdy v průběhu této aktivace došlo k výraznějšímu „cukání“ tahače, lze konstatovat, že došlo k aktivaci ABS tahače. Na zobrazení je viditelné, že k aktivaci ABS došlo v průběhu brzdění pouze v jednom impulsu, pak z průběhu zpomalení soupravy lze vyvodit, že následně došlo ke korekci brzdného účinku návěsu (aktivace KKR), což optimalizovalo následný průběh brzdění.



Obr. 28 Zobrazení oblasti, kde došlo k aktivaci ABS (zdroj: autor)

Závěrem lze konstatovat, že i když měření dne 16.1.2017 nespĺnilo zcela očekávané cíle týkající se měření samotného brzděného účinku jízdní soupravy, byly zjištěny upotřebitelné informace o vlivu odpružení kabiny tahače na výsledky měření, byly naměřeny výsledky, které lze alespoň částečně využít ve znalecké praxi a byl analyzován také proces aktivace ABS a následně korekce brzděného účinku, což je jedna z funkcí elektronických brzdových soustav. Toto měření bylo velmi důležité jako pilotní pro další experimenty.

Měření zpomalení jízdní soupravy, měření č. 2 dne 18.8.2017

Na základě předchozích pilotních měření došlo ke změně designu měření i použité techniky – (příprava, návrh, realizace). Použity byly měřicí přístroje RACELOGIC a XL METER.

Identifikace tažného a přípojného vozidla:

Parametry tahače MAN TGX 18.440, specifikace v rozsahu potřebném pro potřeby příspěvku:

Tab. 10 Vybrané technické parametry tahače [73]

Značka a typ vozidla	MAN TGX 18.440
Druh vozidla	tahač návěsů
Rok výroby/uvědění do provozu	2015
Počet najetých kilometrů	247 585 km
Počet náprav (z toho poháněných)	2 - 1 zadní (4x2)
Specifikace brzdového systému	EBS (elektronický brzdový systém)
Výrobce, typ	KNORR-BREMSE, EBS 5
Konfigurace	4S/4M
Provozní hmotnost (kg)	7 936

Největší technicky přípustná/povolená hmotnost (kg)	20 000/18 000
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost na nápravu (kg)	7 500/7 500, 12 600/11 500
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost jízdní soupravy (kg)	44 000/44 000

Parametry návěsu KRONE SD PROFI LINER, specifikace v rozsahu potřebném pro potřeby příspěvku:

Tab. 11 – Vybrané technické parametry návěsu [73]

Značka a typ vozidla	KRONE SD PROFI LINER
Druh vozidla	nákladní návěs valníkovaný
Rok výroby/uvvedení do provozu	2015
Počet najetých kilometrů	nezjištěn
Počet náprav (z toho poháněných)	3 -0
Zvedací náprava (počet/specifikace)	1, první
Specifikace brzdového systému	EBS (elektronický brzdový systém)
Výrobce, typ	WABCO, TEBS E
Konfigurace	4S/3M
Rozvor (mm)	T 6 170/1 310/1 310
Provozní hmotnost (kg)	6 300
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost (kg)	39 000/36 000
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost na nápravu (kg)	T 12 000, 9 000/8 000, 9 000/8 000, 9 000/8 000

Celkový pohled na jízdní soupravu, která byla použita pro měření brzdných parametrů je na obr. 29.



Obr. 29 Celkový pohled na jízdní soupravu (zdroj: autor)

Datum měření:

18.8.2017

Místo měření:

Silnice č. 303, úsek Náchod – Broumov

Podmínky:

Teplota vzduchu: ~ 25 ° C.

Komunikace:

Silnice č. 303, úsek Náchod – Broumov: živičný povrch (asfalt), suchý asfalt

Technický stav jízdní soupravy:

Tažné a přípojné vozidlo je ve vyhovujícím technickém stavu, technická kontrola platná.

Zatížení jízdní soupravy:

Pro potřeby měření byl návěs zatížen nákladem o hmotnosti 15 000 kg, náklad rovnoměrně rozložen.

Použité metody měření:

Typ měřicího zařízení:

RACELOGIC SN 5020610, SAP: 001000231488-0000 (ÚSI BRNO)

XL METER, SAP : 001000086918-0000 (ÚSI BRNO)

Umístění měřících zařízení: tahač - přední část kabiny, čelní sklo, přibližně ve středu, umístění je zobrazeno na obr. 30. Cílem bylo měření podélného zpomalení jízdní soupravy na suchém povrchu, a porovnání výstupů ze dvou různých měřících zařízení. I když bylo při měření dne 16.1.2017 zjištěno, že při umístění vně kabiny se projevují účinky odpružení kabiny, nebylo možné, vzhledem ke konstrukčnímu provedení měřících zařízení, zvolit jejich jiné umístění. Posouzení vhodnosti, respektive vlivu umístění měřícího zařízení vně kabiny tahače na výsledky měření, bylo také jedním z cílů měření. Umístění měřících zařízení je zobrazeno na obr. 28. V horní vyznačené části se nachází XL METER, pod ním bylo umístěno zařízení RACELOGIC. Měření zpomalení v podélném směru proběhlo ve třech měřících sadách.

Sada měření č. 1 – měření zpomalení na suchém povrchu, počáteční rychlost jízdní soupravy cca 50 až 70 km/h. Technický stav jízdní soupravy ve vyhovujícím stavu. Počet měření: 8

Sada měření č. 2 – měření zpomalení jízdní soupravy na šotolině, simulace snížených adhezních podmínek. Počáteční rychlost jízdní soupravy cca 25 km/h. Technický stav jízdní soupravy ve vyhovujícím stavu. Počet měření: 4

Sada měření č. 3 – měření zpomalení jízdní soupravy na šotolině, simulace snížených adhezních podmínek. Počáteční rychlost jízdní soupravy cca 25 km/h. Měření proběhlo s odpojeným kabelem ISO 7638, což simulovalo závadu elektrického propojení mezi tahačem a návěsem. Počet měření:

4

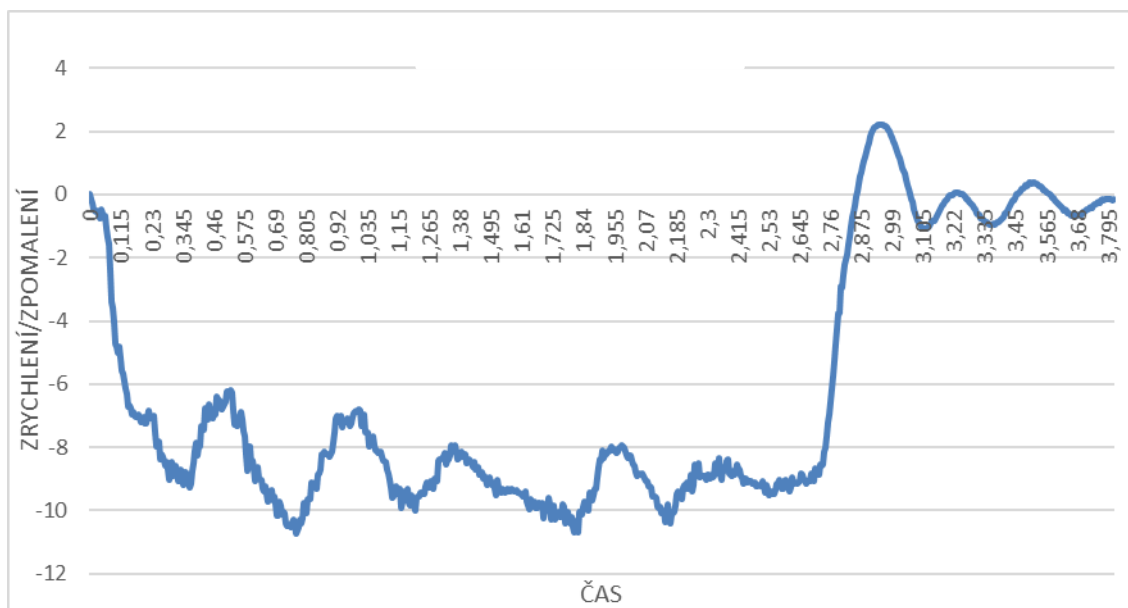


Obr. 30 Umístění měřících zařízení XL Meter a Racelogic na čelním skle tahače (zdroj: autor)

Popis a výsledky měření:

Měření zpomalení jízdní soupravy v podélném směru bylo prováděno pomocí dvou měřících zařízení. V rámci analýzy výsledků je potřebné v úvodu uvést, že na samotných výsledcích se projeví problémy se synchronní aktivací a deaktivací těchto měřících zařízení. Jednotlivá měření, která probíhala na komunikaci, byla ovlivněna také tím, že toto měření probíhalo v běžném provozu, který postupně nabýval na hustotě. Toto byl také důvod, proč byla měřena pouze jedna sada v počtu 8 měření.

Sada měření č. 1 proběhla na komunikaci se suchým, živičným povrchem a proběhlo celkem 8 měření zpomalení jízdní soupravy, která byla ve vyhovujícím technickém stavu. Z tohoto počtu měření byla při následném vyhodnocení použitelná pouze dvě měření, a to měření č. 5 a 8. U ostatních měření nebyla správně aktivovány měřící zařízení nebo brzdění bylo řidičem přerušeno z důvodu aktuální situace v provozu na komunikaci. Na obr. 29 je zobrazen průběh podélného zpomalení z měřícího zařízení XL METER u měření č. 5, kde je viditelný charakteristický průběh pro umístění měřícího zařízení v přední části kabiny tahače. Projevuje se vliv odpružení kabiny, a proto byla pro zpracování výsledků použita střední oblast, podobně jako u měření dne 16.1.2017.



Obr. 31 Zobrazení průběhu zpomalení v podélném směru (g) v závislosti na čase (zdroj: autor)

Měření č. 5 a 8 byla vyhodnocena jako použitelná pro další zpracování. V tabulce 12 jsou uvedeny průměrné hodnoty zpomalení v podélném směru naměřené měřicím zařízením XL METER a RACELOGIC, u kterého bylo použitelné pouze měření č. 8.

Tab. 12 Přehled naměřených průměrných hodnot podélného zpomalení u měření č. 5 a 8 (zdroj: autor)

	Naměřené průměrné hodnoty (m/s ²)	
Číslo měření	XL METER	RACELOGIC
5	-8,63	
8	-8,72	-8,55

Naměřeny byly hodnoty zpomalení 8,63 m/s² (měření č. 5) a 8,55 m/s² a 8,72 m/s² (měření č. 8). U měření č. 8 byly přibližně shodné výsledky zaznamenané oběma měřicími zařízeními. Pokud tyto výsledky porovnáme s výsledky měření ze dne 14.4.2018, kdy bylo měření prováděno na shodném úseku komunikace a za přibližně shodných adhezních podmínek, jsou výsledná zpomalení přibližně o 2 m/s² vyšší. Otázkou tedy je, z jakého důvodu jsou tyto výsledky odlišné. Je zřejmé, že měření prováděna dne 14.4.2018 lze považovat za hodnověrná, a to vzhledem k využití zkušeností z předchozích měření a také vzhledem k použitým metodám a metodice měření. Měření č. 5 proběhlo v režimu brzdění srovnatelném s měřením dne 14.4.2018. Lze tedy konstatovat, že výsledek, který vyplynul z tohoto měření není zcela korektní a jako primární důvod nepřesnosti lze

určit chyby samotného měření, kupříkladu aktivace měřícího zařízení, definování korekčních koeficientů apod. a také nepřesné zpracování výsledků.

U měření č. 8 se mohly vyskytnout také problémové aspekty uvedené v souvislosti s měření č. 5, ale u tohoto měření došlo ke zcela jednoznačné aktivaci kritického, tedy nouzového brzdění, které aktivuje elektronická řídicí jednotka EBS tahače a také návěsu v případě rozpoznání kritického stlačení brzdového pedálu (více než 90 %). Pak je brzdění velice intenzivní v režimu „1:1“, tedy nedochází k elektronické regulaci brzdného účinku v závislosti na zatížení jízdní soupravy. Kupříkladu k tomuto stavu brzdění při měření dne 14.4.2018 nedošlo. Vynucení kritického brzdění je závislé na více faktorech, takže i při intenzivním brzdění nemusí být tohoto stavu dosaženo, protože kromě jiného je důležitá také intenzita neboli rychlost stlačení brzdového pedálu.

Z výše uvedeného vyplývá, že v případě měření č. 8 nelze vyloučit dosažení vyšších hodnot zpomalení, než jak byly dosaženy při měření dne 14.4.2018. Je ale otázkou, zda jsou hodnoty zpomalení korektní nebo jsou ovlivněny nepřesnostmi měření. Zodpovězení této otázky bych považoval za další úkol v rámci následných projektů.

Následně byla provedena měření brzdného účinku jízdní soupravy na šotolině, tedy na povrchu, který simuluje snížené adhezní podmínky. Kromě měření zpomalení jízdní soupravy ve vyhovujícím technickém stavu, byla simulována také závada elektrického napájení brzdové soustavy TEBS odpojením kabelu ISO 7638. Provedena bylo celkem 4 + 4 měření. Výsledky těchto měření ale nelze spolehlivě zpracovat a publikovat, protože vzhledem k omezeným prostorovým možnostem byla dosažena počáteční rychlost na začátku brzdění v rozmezí 25 až 30 km/h, což je rychlost nízká a následné brzdění bylo výrazně ovlivněno odpružením kabiny, kdy oblast použitelných parametrů byla značně omezena pro další zpracování. Také proces brzdění v nízkých rychlostech nelze zevšeobecnit pro brzdění z rychlostí vyšších. Z tohoto důvodu jsem vyhodnotil výsledky těchto měření jako neupotřebitelné.

Měření zpomalení jízdní soupravy, měření č. 3 dne 14.4.2018

Toto měření brzdného účinku bylo prováděno jako poslední ze tří měření, kdy byly využity zkušenosti z předchozích měření a to jak pozitivní, tak negativní. Měření bylo prováděno na suchém povrchu v přímém úseku a bylo zaměřeno na brzdění v poruchových režimech brzdové soustavy. Měření brzdného účinku jízdní soupravy bylo prováděno v režimech, které zohledňují vyhovující technický stav brzdových soustav a v režimech, které simulují závadu brzdové soustavy. Jako příklady řešení byly zkoumány brzdné účinky jízdní soupravy v režimech, které reprezentují výše uvedené problémové aspekty.

Jedná se o:

Měření brzdného účinku jízdní soupravy ve vyhovujícím technickém stavu. V rámci těchto měření byl tahač a přípojně vozidlo ve vyhovujícím technickém stavu, obě vozidla splňovala technické a legislativní podmínky pro provoz po pozemních komunikacích. Komunikace elektronických brzdových soustav tažného a přípojněho vozidla byla propojena přes komunikační rozhraní ISO 7638, které je požadováno evropskou a také národní legislativou. Výsledky tohoto měření reprezentují vzorek jízdní soupravy ve vyhovujícím technickém stavu v provozu běžně se vyskytující konfigurace a zároveň budou sloužit jako srovnávací etalon pro měření brzdného účinku jízdní soupravy v dalších režimech.

Měření brzdného účinku jízdní soupravy v režimu, kdy byl odpojený levý brzdový válec první nápravy přípojněho vozidla. Tohoto stavu bylo dosaženo odpojením pneumatického vedení z modulátoru TEBS do levého brzdového válce přední nápravy návěsu. Zatížení jízdní soupravy bylo zvoleno tak, aby nedošlo ke zvednutí přední nápravy. Tento stav simuluje poškození mechanických komponentů – v tomto případě mechanickou závadu brzdového třmenu kotoučové brzdy a také nevyhovující stav pneumatických komponentů a pneumatické regulace - v tomto případě brzdového válce nebo jeho součástí (membrána, pístek, tlačítko, těsnění/vlnovec), závadu pneumatického vedení nebo šroubení z výstupu 22/21 modulátoru TEBS, případně závadu regulace tlakového vzduchu vnitřního kanálu výstupního přípoje 22/21 tohoto modulátoru.

Měření brzdného účinku jízdní soupravy v režimu, kdy byl vypojen propojovací kabel ISO 7638. Tento stav simuluje závadu elektronických komponentů, závadu elektronické regulace a komunikace dle komunikačních protokolů. Brzdění přípojněho vozidla – návěsu probíhá pouze v pneumatickém režimu, není funkční automatická, dynamická vzájemná synchronizace brzdného účinku tažného a přípojněho vozidla v průběhu brzdění (regulace KKR). Také nefunguje automatická zátěžová regulace, což je jednou z podmínek obsažených v příslušné legislativě. V tomto režimu nejsou funkční také systémy aktivní bezpečnosti – systém ABS, systém ochrany proti převrácení (RSS/RSP) a také další přídatné funkce, jako jsou automatické zvedání/spouštění nápravy, automatické nastavení jízdní výšky rámu návěsu, uzamykání říditelné nápravy, signály ISS, GIO a další. Pro účely měření bude použitý návěs, který nemá dodatečné napájení elektronické řídicí jednotky a elektromagnetických ventilů modulátoru TEBS přes brzdová světla, čímž bude dosaženo splnění výše uvedeného stavu.

Identifikace tažného a přípojného vozidla:

Parametry tahače MAN TGX 18.440, specifikace v rozsahu potřebném pro potřeby příspěvku:

Tab. 13 Vybrané technické parametry tahače [73]

Značka a typ vozidla	MAN TGX 18.440
Druh vozidla	tahač návěsů
Rok výroby/uvvedení do provozu	2015
Počet najetých kilometrů	612162 km
Počet náprav (z toho poháněných)	2 - 1 zadní (4x2)
Specifikace brzdového systému	EBS (elektronický brzdový systém)
Výrobce, typ	KNORR-BREMSE, EBS 5
Konfigurace	4S/4M
Provozní hmotnost (kg)	7 936
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost (kg)	20 000/18 000
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost na nápravu (kg)	7 500/7 500, 12 600/11 500
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost jízdní soupravy (kg)	44 000/44 000

Parametry návěsu KRONE SD PROFI LINER, specifikace v rozsahu potřebném pro potřeby příspěvku:

Tab. 14 Vybrané technické parametry návěsu [73]

Značka a typ vozidla	KRONE SD PROFI LINER
Druh vozidla	nákladní návěs valníkovaný
Rok výroby/uvvedení do provozu	2015
Počet najetých kilometrů	627707 km
Počet náprav (z toho poháněných)	3 -0
Zvedací náprava (počet/specifikace)	1, první
Specifikace brzdového systému	EBS (elektronický brzdový systém)

Výrobce, typ	WABCO, TEBS E
Konfigurace	4S/2M
Rozvor (mm)	T 6 170/1 310/1 310
Provozní hmotnost (kg)	6 200
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost (kg)	39 000/36 000
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost na nápravu (kg)	T 12 000, 9 000/8 000, 9 000/8 000, 9 000/8 000

Celkový pohled na jízdní soupravu, která byla použita pro měření brzdných parametrů je na obr. 32.



Obr. 32 Celkový pohled na jízdní soupravu (zdroj: autor)

Pro potřeby měření brzdných parametrů jízdní soupravy byla vykonána prohlídka technického stavu tahače a návěsu. Použití metody a popis metodiky prohlídky je popsán v následné kapitole disertační práce, proto budou uvedeny pouze stručné informace a závěry prohlídky.

Vozidla byla prohlédnuta samostatně, ale vzhledem k účelu prohlídky bylo posuzováno také vzájemné propojení mezi tažným a přípojným vozidlem, a to jak mechanické, tak komunikační.

Použité metody při prohlídce:

- vizuální prohlídka
- diagnostika multiznačkovým diagnostickým systémem BOSCH KTS TRUCK, generovány diagnostické protokoly pro tahač a návěs.

Výsledek prohlídky:

Tažné a přípojné vozidlo je ve vyhovujícím technickém stavu, technická kontrola platná.

Zatížení jízdní soupravy:

Pro potřeby měření byl návěs zatížen nákladem o hmotnosti 15 000 kg, náklad rovnoměrně rozložen.

Místo měření:

Silnice č. 303, úsek Náchod – Hronov

Areál CDS Náchod, Broumovská 349

Datum měření:

14.4.2018

Podmínky:

Slunečno, teplota cca 20 až 25° C.

Komunikace:

Silnice č. 303, úsek Náchod – Hronov: živičný povrch (asfalt), suchý

Použité metody měření:

Pro měření zpomalení jízdní soupravy bylo použito záznamové zařízení ÚSI RIO.

Popis záznamového zařízení ÚSI RIO:

Zařízení ÚSI RIO je sestaveno s využitím primárních komponentů od firmy National Instruments™, které je schopno zaznamenávat data současně z 32 digitálních nebo analogových kanálů najednou při volitelné frekvenci záznamu dat (při měřeních bylo užito vzorkovací frekvence 50 kHz s následným převzorkováním na nižší frekvenci).

K zařízení je možné připojit požadovaný počet snímačů. Ovládání zařízení je možné nejen pomocí PC přes vzdálenou plochu, ale také přímo, pomocí ovládacího panelu na čelní straně zařízení.

Pro měření zpomalení jízdní soupravy byly použity tyto snímače:

Návěs:

1 x GYRO L, 1 x DYT L - snímače stáčivé rychlosti a zrychlení umístěny na příčném nosníku rámu přibližně ve středu návěsu

Tahač:

1x PCB – akcelerační snímač umístěn na rámu tahače, přibližně ve středu

1 x GYRO L, 1 x DYT L – akcelerační snímače umístěny v kabině řidiče, přibližně ve středu

1 x TAPE SW – snímač kontinuálního pohybu brzdového pedálu

Záznamové zařízení ÚSI RIO bylo umístěno v kabině tahače, pod sedadlem spolujezdce.

Místa rozmístění snímačů jsou zobrazena na obr. 3. Na obr.č. 4 jsou zobrazeny snímače umístěné na tahači a na návěsu.

Použité snímače:

PCB Piezotronic – tříosý akcelerometr s rozsahem 50 g

Dytran - tříosý akcelerometr s rozsahem 50 g

Analog Devices™ ADXRS 620 – snímač stáчивé rychlosti a zrychlení s rozsahem 300°/s

Analog Devices™ ADXRS 624 – snímač stáчивé rychlosti a zrychlení s rozsahem 50°/s

Výstupy jsou publikovány v souladu s normou SAE J1733.

Na obr. 33 je zobrazeno záznamové zařízení ÚSI RIO a na obr. 34 je zobrazení umístění snímačů na tahači a na návěsu. Na obr. 35 je zobrazení jednotlivých snímačů a jejich umístění.



Obr. 33 Pohled na záznamové zařízení ÚSI RIO (zdroj: ÚSI, autor)



Obr. 34 Umístění snímačů na jízdní spoupravě (zdroj: ÚSI, autor)



Obr. 35 Zobrazení snímačů a jejich umístění na tahači a na návěsu (zdroj: ÚSI, autor)

Postup měření:

Měření bylo provedeno ve čtyřech sadách po 8-mi měřeních. Toto rozdělení měření bylo z důvodu technických možností záznamového zařízení. Popis jednotlivých sad měření:

Sada č.1:

Počet měření: 8

Stav jízdní soupravy: bez závad

Brzdění z počáteční rychlosti: 60 až 85 km/h.

Sada č.2:

Počet měření: 8

Stav jízdní soupravy: bez závad

Brzdění z počáteční rychlosti: 70 až 85 km/h.

Sada č.3:

Počet měření: 8

Stav jízdní soupravy: vypojený kabel ISO 7638

Brzdění z počáteční rychlosti: 60 až 85 km/h.

Sada č.4:

Počet měření: 8

Stav jízdní soupravy: vypojená přívodní vzduchová hadice k levému brzdovému válci 1. nápravy návěsu.

Brzdění z počáteční rychlosti: 70 až 85 km/h.

Naměřené výsledky:

V rámci měření brzdění jízdní soupravy v režimech, které jsou popsány v předchozí části příspěvku, byly měřeny tyto parametry:

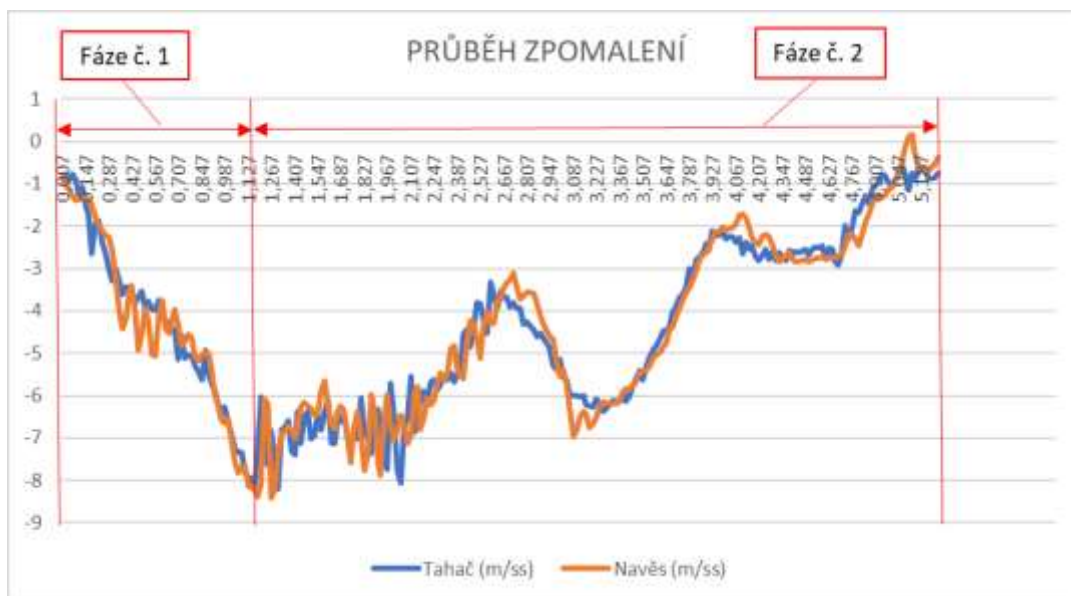
- podélné zpomalení tahače (m/s^2)
- podélné zpomalení návěsu (m/s^2)

Průběh zpomalení:

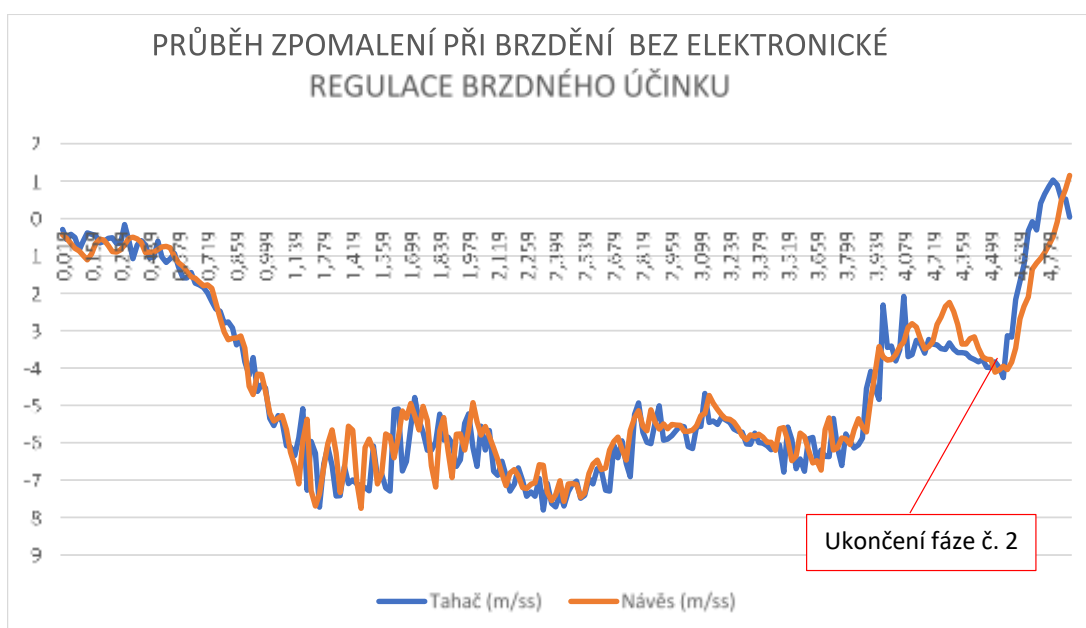
Z grafických výstupů průběhu podélného zpomalení tahače a návěsu bylo zjištěno, že tento průběh byl u všech provedených měření srovnatelný. Charakteristický průběh zpomalení je zobrazen na obr. 36. Tento průběh zpomalení lze rozdělit na dvě fáze:

Fáze č. 1 – náběh brzdného účinku. Fáze náběhu brzdného účinku při měření zahrnuje samotný náběh brzdného účinku a také prodlevu brzdové soustavy. Začátek této fáze je stanoven do doby, kdy bylo zaznamenáno měření zpomalení. U všech měření, která byla vyhodnocována, došlo na začátku této fáze k prodlevě brzdného účinku. V této časové sekvenci ještě nedochází k přímému vyvození brzdného účinku. Měřeno bylo zpomalení v rozsahu do 0,5 až 1,0 m/s². K tomuto zpomalení došlo v důsledku toho, že řidič již uvolnil plynový pedál a aktivoval brzdový pedál. Následně, po ukončení této fáze, dochází k náběhu brzdného účinku tahače a návěsu. Brzdový pedál je plně stlačený, tato fáze začíná po ukončení prodlevy brzdného účinku a končí v oblasti, kde je průběh plného zpomalení již stabilní.

Fáze č. 2 – plný brzdný účinek – v této fázi dochází k plnému brzdění tahače a návěsu, začátek je v oblasti ukončení fáze č.1. U všech měření, která jsou vyhodnocována, je viditelná fáze poměrně konstantního intenzivního zpomalení na mezi adheze. Tato část fáze plného brzdného účinku bude dále zpracována a její průměrná hodnota bude vyhodnocena jako hodnota zpomalení jízdní soupravy, kterou lze následně použít ve znalecké praxi. V dalším průběhu brzdění v této fázi dochází následně k postupnému snižování hodnot zpomalení až do úplného zastavení jízdní soupravy. Brzdový pedál je v průběhu celé fáze č. 2, plně stlačený. Regulace brzdného účinku, jehož vnějším projevem je postupné snižování hodnoty zpomalení, je prováděna elektronickou řídicí jednotkou tažného vozidla (EBS) a přípojného vozidla (TEBS), které na základě brzdného požadavku, průběhu snižování rychlosti a zohlednění dalších parametrů souvisejících se zatížením a technickým stavem mechanických komponentů brzdového systému regulují průběh zbrzdění jízdní soupravy jako celku. Cílem této regulace je také zajištění stability jízdní soupravy při brzdění. Při měření zpomalení jízdní soupravy v případě simulace závady elektronické regulace brzdného účinku návěsu bylo brzdění návěsu regulováno pouze pneumaticky. U těchto měření bylo zjištěno, že průběh zpomalení v oblasti ukončení této fáze brzdění není tak plynulý, ale dochází k výraznějším, skokovým změnám zpomalení. Charakteristický průběh konečné části brzdění ve fázi č. 2 v případě, že brzdění návěsu není regulováno elektronicky, ale pouze v pneumatickém režimu, je vyznačen na obr. 37.

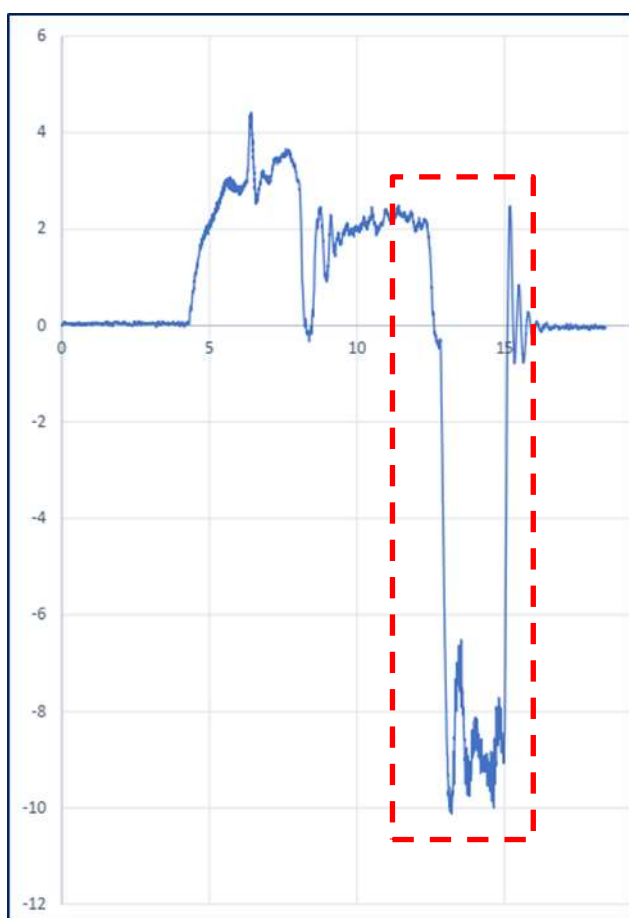


Obr. 36 Průběh zpomalení – popis fází 1 a 2 (zdroj: autor)



Obr. 37 Průběh ukončení fáze č.2, brzdění bez elektronické regulace brzdného účinku (zdroj: autor)

Na obr. č. 38 je pro porovnání zobrazen průběh zpomalení při brzdění osobního vozidla s ABS na suchém povrchu. Oblast zpomalení v grafu je vyznačena přerušovanou čarou. Vizuálním porovnáním je viditelné, že samotné hodnoty zpomalení jsou řádově o 1 až 2 m/s² vyšší, což ale lze očekávat. Viditelný je také značně rychlejší náběh plného brzdného účinku a jeho konečná rychlá fáze, což je zřejmé z profilu křivky. Tento rozdíl v průběhu brzdění mezi užitkovým a osobním vozidlem je daný koncepcí brzdového systému. Osobní vozidlo je vybavené hydraulickým brzdovým systémem, kdy je regulace brzdného účinku vyvozena přímou hydraulickou regulací s posilovačem. U užitkových vozidel se jedná o elektronickou regulaci brzdného účinku, kdy samotný proces brzdění je optimalizován tak, aby došlo k maximálnímu brzdnému účinku a zároveň nebyla ovlivněna stabilita vozidla, respektive jízdní soupravy.



Obr. 38 Průběh zpomalení osobního vozidla (zdroj: doc. Ing. Bc. Semelá, PhD.)

Vyhodnocení výsledků:

Fáze č. 1 – Náběh brzdného účinku:

Průměrné hodnoty náběhu brzdného účinku u jednotlivých sad měření jsou zobrazené v tabulce 15.

Tab. 15 Náběh a prodleva brzdného účinku (zdroj: autor)

Měření	Náběh a prodleva brzdného účinku (s)
Sada měření 1 a 2 (bez závad)	0,84
Sada měření 3 (simulace mechanické závady)	0,76
Sada měření 4 (simulace elektronické závady)	0,85

Průměrné hodnoty náběhu brzdného účinku u jednotlivých sad měření se pohybují v rozmezí 0,76 až 0,85 s. Z naměřených hodnot vyplývá, že náběh brzdného účinku při odpojeném kabelu ISO 7638 (sada měření 3) je o 0,07 až 0,08 s kratší, než když je tento kabel zapojený (sada měření 1, 2 a 4). Simulovaná závada (sada 4) neovlivňuje fázi náběhu brzdného účinku. Kratší dobu náběhu brzdného účinku v případě, že není zapojený kabel ISO 7638 lze odůvodnit pouze pneumatickou regulací brzdného účinku, kdy nejsou aktivní tyto režimy:

- elektronická regulace brzdného účinku přípojného vozidla v závislosti na zatížení
- elektronická regulace vzájemného sladění brzdných účinků tažného a přípojného vozidla.

Znamená to, že náběh brzdného účinku je realizován pouze v pneumatickém režimu, bez možnosti elektronické regulace. Nedochozí k elektronické regulaci sladění brzdných účinků tažného a přípojného vozidla a také k regulaci brzdného účinku návěsu v závislosti na zatížení. Brzdění návěsu tedy probíhá pouze pneumatickou regulací v závislosti na stlačení brzdového pedálu a brzdný účinek odpovídá plně zatíženému návěsu. Není také aktivní protiblokovací systém ABS návěsu a systém ochrany proti převrácení (stabilizační systém RSS) návěsu. V případě brzdění na povrchu s nižší adhezí může v důsledku této regulace brzdného účinku docházet k negativnímu ovlivnění říditelnosti a stability jízdní soupravy.

I když lze očekávat, že při elektronické regulaci brzdného účinku budou náběhy brzdného účinku kratší, je výše uvedený závěr odůvodněný výslednými parametry, které elektronická regulace brzdného účinku zabezpečuje. Rozdíl mezi pneumatickou a elektronickou regulací brzdného účinku přípojného vozidla je do 0,1 s, což je hodnota poměrně nízká. **Naproti tomu je ale zabezpečena stabilita jízdní soupravy jako celku, což se pozitivně projevuje při kolizních situacích a také při brzdění na povrchu se sníženou adhezí.**

Fáze č. 2 – plný brzdný účinek:

Průměrné hodnoty plného brzdného účinku u jednotlivých sad měření jsou zobrazeny v tabulce č. 16. Pro výpočet průměrných hodnot zpomalení byly použity hodnoty z časové sekvence konstantního průběhu zpomalení v této fázi brzdění.

Tab. 16 Plný brzdný účinek (zdroj: autor)

Měření	Podélné zpomalení tahač (m/s ²)	Podélné zpomalení návěs (m/s ²)
Sada měření 1 a 2 (bez závad)	6,56	6,59
Sada měření 3 (simulace mechanické závady)	6,32	6,25
Sada měření 4 (simulace elektronické závady)	6,1	6,15

Hodnocení výsledků:

Průměrné hodnoty zpomalení se u jednotlivých sad měření pohybují v rozmezí od 6,10 do 6,59 m/s². Z výsledků měření je viditelné, že nejvyšší hodnoty podélného zpomalení jízdní soupravy byly dosaženy u sady měření 1 a 2, což byla jízdní souprava ve vyhovujícím technickém stavu, bez simulované závady a s propojením tažného a přípojného vozidla kabelem ISO 7638. V tomto stavu je aktivní elektronická regulace sladění brzdných účinků tažného a přípojného vozidla a také elektronická regulace brzdného účinku návěsu v závislosti na zatížení. Aktivní je také protiblokovací soustava ABS přípojného vozidla a jeho soustava proti převrácení (RSS). Rozdíl hodnot zpomalení u tahače a návěsu vůči sadě měření 3 (0,24 m/s² a 0,34 m/s²) lze vysvětlit aktivní elektronickou regulací brzdného procesu jízdní soupravy jako celku. V případě sady měření 4, kdy byla simulována závada brzdové soustavy přípojného vozidla je viditelná nižší průměrná hodnota zpomalení. Tato hodnota ale není výrazná. Vůči měření soupravy ve vyhovujícím technickém stavu se jedná o hodnoty nižší o 0,46 m/s² v případě tahače a o 0,44 m/s² u návěsu. Nižší hodnota průměrného zpomalení je ovlivněna tím, že nebyl funkční jeden z brzdových třmenů návěsu. Skutečnost, že rozdíl hodnot zpomalení mezi vyhovujícím technickým stavem brzdových systému tahače a návěsu a simulovanou závadou není výrazný, je ovlivněno těmito faktory:

- aktivní elektronickou regulací vzájemného sladění brzdného účinku tažného a přípojného vozidla tak, aby byla zabezpečena stabilita jízdní soupravy při brzdění (tedy nedošlo k „zalomení“ jízdní soupravy). V případě realizovaného měření elektronická řídicí jednotka

brzdového systému EBS tažného vozidla prováděla kompenzaci brzdného požadavku přes propojení ISO 7638 – (konektory 6 a 7) a také prostřednictvím pneumatické regulace přes ovládací větev.

- simulací závady pouze jedné jednotky kolové brzdy, elektronická řídicí jednotka brzdové soustavy tažného vozidla byly schopna regulovat kompenzační parametry.

ZÁVĚR

Výsledky měření zpomalení jízdní soupravy v jednotlivých režimech korespondují s očekávanými závěry. Je viditelný vliv elektronické regulace, která optimalizuje brzdný účinek tažného a přípojného vozidla separovaně, a také jízdní soupravy jako celku, kdy brzdění zohledňuje technický stav a konfiguraci vozidel a také adhezní podmínky. V praxi se lze ale poměrně často setkat s názorem, že v případě pouze pneumatické regulace brzdného účinku buď tažného nebo přípojného vozidla nebo jízdní soupravy jako celku, dochází k intenzivnějšímu brzdění v porovnání s elektronickou regulací. Na základě analýzy výsledků ale vyplývá, že tomu tak není. Toto tvrzení nebo názor je možné odůvodnit subjektivními pocity řidiče nebo posádky vozidla, kdy při pneumatické regulaci dochází k rázům, nebo „tažení“, případně „tlačení“ tažného vozidla přípojným vozidlem, což evokuje subjektivní pocit intenzivního brzdění. Toto potvrdil také řidič jízdní soupravy v případě analyzovaného měření, který uvedl, že při brzdění s vypojeným kabelem ISO 7638, kdy nebylo brzdění návěsu regulováno elektronicky, cítil rázy v řízení a musel také korigovat směr jízdy. V případě elektronické regulace brzdění, a to i v případě odpojení brzdového válce návěsu, nebylo potřebné korigovat řízení vozidla. Z výsledků měření vyplývá, že nejlepší hodnoty zpomalení byly dosaženy při elektronické regulaci brzdného účinku tahače a návěsu. V tomto režimu je zabezpečena také stabilita jízdní soupravy při brzdění. **Jako nejvíce rizikové lze vyhodnotit brzdění bez připojení kabelu ISO 7638.** V tomto režimu není aktivní ABS návěsu a stabilizační soustava návěsu.

3.5 PROBLÉM Č. 3 - HODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU BRZDOVÝCH SOUSTAV JÍZDNÍCH SOUPRAV

3.5.1 Vymezení a formulace problému

Obsahovým zaměřením disertační práce je brzdění jízdní soupravy. Jedním z dílčích problémů, který je potřebné ve většině problémových situací, či už okrajově nebo zcela zásadně řešit, je technický stav brzdových soustav tažného a přípojného vozidla a také vzájemné propojení neboli sladění brzdných účinků těchto vozidel. Tato problematika je velice obsáhlá, a jak již bylo

uvedeno v předchozích částech disertační práce, celkový popis problematiky je velice obsáhlý a nelze jej zahrnout do obsahového zaměření disertační práce. Z technického hlediska zajímavé, ale obsahově obsáhlé je téma zaměřené na problematiku komunikace elektronického řízení brzdových soustav s dalšími soustavami tažného, ale také přípojného vozidla. Právě kvůli rozsáhlosti problematiky bude řešení dílčího problému zúženo a specifikováno pouze na brzdové soustavy tažného a přípojného vozidla. Z hlediska systémového pojetí se jedná o dvě funkčně nezávislé entity, které ale mají vzájemnou vazbu a lze říci, že přípojné vozidlo je „závislé“ na funčních vlastnostech tažného vozidla.

Tyto dvě entity mají vzájemné vazby, které jsou tvořeny zejména těmito aspekty:

- Tažné vozidlo je pro přípojné vozidlo zdrojem tlakového vzduchu, což je velice důležité z hlediska funkčních režimů brzdové soustavy přípojného vozidla.
- Tažné vozidlo je pro přípojné vozidlo zdrojem elektrického napájení elektronických řídicích jednotek, akčních členů, osvětlení a dalších přídatných soustav (kamerové, GPS, chladicí nebo mrazírenské moduly apod.)
- Tažné vozidlo je pro přípojné vozidlo zdrojem řídicích signálů přenášených buď pneumatickým vedením, nebo CAN BUS.
- Přípojné vozidlo je pro tažné vozidlo zdrojem informací o stavu elektronicky řízených soustav přípojného vozidla.
- Přípojné vozidlo je pro tažné vozidlo zdrojem informací o vzájemném sladění brzdných účinků – platí u vozidel, která jsou vybavena elektronicky řízenými brzdovými soustavami.
- Přípojné vozidlo je pro tažné vozidlo zdrojem informací o aktivaci aktivních bezpečnostních soustav.

Každá z těchto dvou entit systému je ovlivněna také vlastními soustavami, které ovlivňují funkční vlastnosti tažného nebo přípojného vozidla. Jedná se tedy o vnitřní působení – **interakci vlastních soustav**, které ovlivňují funkci entity systému – tedy vozidla. Rozsah působení vlastních soustav vozidla na jeho funkční a provozní režimy je poměrně komponovaný a závislý na níže uvedených, vybraných aspektech:

- **Komunikační struktura elektronicky řízených soustav vozidla přes CAN BUS (topologie CAN).** Komunikační struktura elektronicky řízených systémů vozidla je dána výrobcem vozidla a zpravidla je odlišná pro jednotlivá typová provedení vozidel. Také vozidla stejné typové řady mohou mít odlišnou komunikační strukturu. Toto není žádná výjimka. Znalost komunikační struktury elektronicky řízených soustav vozidla je důležitá zejména z těchto důvodů:

- Je známa informace o elektronických soustavách, kterými je vozidlo osazené. Tuto informaci lze zjistit provedením diagnostiky a na základě její znalosti lze posuzovat vzájemné ovlivnění funkčních režimů těchto systémů, kupříkladu při závadách, nouzových režimech apod.
- Je známa informace o způsobu elektrického propojení elektronických řídicích jednotek, snímačů a akčních členů. Tyto mohou být propojeny běžnou elektrokabeláží, ale také CAN BUS, K (L) - LINE. Tyto informace jsou důležité pro znalost přenosů signálů, a to jak informačních, tak řídicích.
- Komunikační protokoly. Znalost komunikačních protokolů v komunikační struktuře elektronicky řízených soustav vozidla je dobrým informačním zdrojem při analýze závad souvisejících s komunikací systémů nebo přenosem signálů.
- **Konfiguraci hnací soustavy vozidla.** Hnací soustava vozidla zahrnuje hlavně tyto dílčí soustavy neboli entity:
 - o Motor a příslušenství. Z hlediska aplikace tematického zaměření disertační práce jsou důležité konfigurace soustavy vstřikování paliva a řízení periferních soustav motoru (kupříkladu žaluzie chladiče, natáčení klapky turbodmychadla, EGR/AGR) a soustavy redukce emisí výfukových plynů.
 - o Spojka a převodovka. Jedná se o typové provedení elektronicky řízeného řazení převodových stupňů mechanické převodovky. Touto soustavou je vybavena převážná většina nákladných vozidel, tyto soustavy vyrábí buď přímo výrobci vozidel (kupříkladu Volvo, Mercedes-Benz), nebo výrobci převodovek (ZF, Allison).
- **Nápravy.** Nápravy jako celek jsou také vybaveny elektronickými řídicími soustavami nebo snímači a akčními členy. Jedná se o součásti elektronicky řízených soustav pérování, které jako celek také ovlivňují jízdní stabilitu vozidla nebo jízdní soupravy a z hlediska interakce jsou poměrně intenzivně provázané s brzdovými soustavami jak tahače a také návěsu.
 - o Typového provedení a konfigurace elektronicky řízených soustav vozidla. Na základě těchto informací lze aplikací systémové analýzy selektovat dílčí elektronicky řízené systémy vozidla a definovat jejich vliv na proces brzdění jízdní soupravy jako celku. Zde se kupříkladu může jednat o soustavy aktivní bezpečnosti vozidla (soustavy kritického brzdění, udržování vzdálenosti mezi vozidly, udržování jízdy v jízdním pruhu).
- **Technickému stavu jednotlivých soustav vozidla** (stavu mechanických komponentů brzdové soustavy, spojky, mechanismu řízení, prvků náprav, pneumatik apod. a také stavu elektrických a elektronických komponentů).

Posouzení těchto technických vlivů na problémovou situaci vyžaduje poměrně rozsáhlé znalosti v oblasti užitkových vozidel a také disponováním potřebným diagnostickým vybavením.

Brzdová soustava nákladních vozidel není ve vozidle izolovaná, npracuje tedy samostatně, respektive nezávisle na ostatních technických skupinách vozidla, ale v rámci komunikační struktury vozidla s ostatními technickými skupinami vozidla aktivně komunikuje, využívá jejich signály a naopak, další skupiny vozidla využívají signály generované v rámci brzdové soustavy vozidla. Tato komunikace ale znamená také určitou závislost brzdové soustavy na funkčních režimech a poruchových stavech dalších soustav, což se následně může projevit také na funkci brzdové soustavy, v důsledku čehož může být ovlivňován celkový brzdný účinek vozidla nebo jízdní soupravy. Samotný brzdý účinek, tedy vyvození brzdé síly, je mechanický, je ale prostřednictvím akčních členů vyvozené pneumaticky, tedy stlačeným vzduchem, přičemž intenzita a časový průběh brzdého účinku je regulován elektronickou řídicí jednotkou. Z tohoto popisu je zřejmé, že brzdění užitkových vozidel je závislé na různých faktorech, které lze rozdělit na tyto základní skupiny:

- Mechanické komponenty: brzdové třmeny nebo bubnové brzdy, které působí jako „převodník“ pneumatického účinku na mechanický, zpravidla pákovým mechanismem. Rovnoměrnost působení brzdého účinku je zabezpečena krokovým mechanismem u brzdových třmenů, nebo S-vačkou, případně klínem u bubnových brzd.
- Mechanické vlastnosti třecích komponentů: samotný brzdý účinek je závislý na třecích vlastnostech a tepelné stálosti třecích komponentů. Jedná se o třecí elementy – brzdové desky a obložení, brzdové kotouče a bubny.
- Pneumatické komponenty: jsou to pneumatické přístroje, které jsou ovládány pneumatickým signálem nebo elektromagnetickými ventily, které ovládá elektronická řídicí jednotka zpravidla prostřednictvím PWM signálů. Tyto pneumatické komponenty – pneumatické přístroje regulují působení tlakového vzduchu, prostřednictvím kterého je vyvozován brzdý účinek. Na technickém stavu těchto komponentů je závislá přesnost výstupních hodnot tlakového vzduchu a jeho množství, reakční doba přístroje (komponenty) na impulzní signál. V diagnostické praxi se pro tyto přístroje používá také pojem „akční členy“.
- Elektronické řídicí jednotky: brzdová soustava užitkových vozidel má ve své zástavbě hlavní elektronickou řídicí jednotku EBS, která reguluje kontinuální a plynulý brzdý účinek vozidla. V závislosti na typovém provedení brzdové soustavy jsou v její komunikační struktuře osazeny také další elektronické řídicí jednotky, které jsou součástí modulátorů nebo jiných elektropneumatických přístrojů. Na vzájemné komunikaci těchto elektronických řídicích jednotek je závislá přesnost regulace výstupních hodnot. Důležitá je také komunikace elektronické řídicí jednotky EBS s dalšími elektronicky řízenými soustavami vozidla, kde

algoritmus regulace brzdného účinku je závislý na kvalitě přenášených signálů a na funkčních a poruchových režimech těchto soustav. Tato komunikace probíhá dle definovaných komunikačních protokolů.

Z výše uvedeného přehledu faktorů (vlivů) ovlivňujících samotné brzdění vozidla, respektive jízdní soupravy jako celku je závislé na funkčních vlastnostech elektronické a pneumatické regulace a také na mechanických vlastnostech konstrukčních celků. U jízdní soupravy se kromě regulace brzdného účinku samotného tažného a přípojného vozidla připočítává sladění brzdného účinku tažného a přípojného vozidla prostřednictvím komunikačního rozhraní ISO 7638. Jako problémové lze definovat tyto aspekty:

- Stav mechanických komponentů
- Stav pneumatických komponentů a pneumatické regulace
- Stav elektronických komponentů, elektronické regulace a komunikace dle komunikačních protokolů

Tyto popsané vlivy se týkají samotné jízdní soupravy jako celku. Mezi vlastnosti jízdní soupravy v rámci řešení problému č. 1 je potřebné zahrnout také zatížení jízdní soupravy (návěsu), tedy náklad a jeho vlastnosti, jako jsou struktura nákladu – pevný, sypký, kapalný, nebo plyný a také jeho rozložení a samotné uložení.

Problémovou situaci ovlivňují také další vlivy, jako je třeba samotný řidič nebo vlivy okolí. Řidič může výrazně ovlivnit chování jízdní soupravy jak pozitivně, může tedy i zabránit samotnému vzniku problémové situace nebo snížit její následky, ale také negativně, kdy naopak chování řidiče může být primární příčinou vzniku problémové situace.

Vlivy okolí zahrnují další aspekty ovlivňující dopravní nehodu, jedná se zejména o vlastnosti komunikace, což znalec v rámci znaleckého zkoumání přímo zohledňuje při řešení dopravní nehody.

Mezi další vlivy lze zařadit také dostupnost a úroveň literatury, zabývající se řešením dopravních nehod užitkových vozidel. Rešerše této literatury je uvedena v předchozích částech disertační práce.

Jedním z aspektů řešení problému je také metoda nebo metody zjištění technického stavu komponentů brzdové soustavy.

Pro zjištění technického stavu brzdových soustav užitkových vozidel a pro účely znalecké praxe lze obecně použít těchto metod:

-
- Vizualní prohlídka – jedná se o vizualní posouzení technického stavu, poškození a míry opotřebení komponentů brzdové soustavy. V rámci vizualní prohlídky lze také zjistit, zda jsou komponenty brzdové soustavy originální nebo se jedná o díly srovnatelné kvality, případně plagiáty apod.
 - Zkoušky brzdného účinku – tato metoda se používá u pojízdných vozidel, kde je možné zabezpečit plnění brzdové soustavy z vlastního zdroje a také je funkční elektrické napájení. Tato zkouška se zpravidla provádí na válcové zkušební brzdě a lze takto zjistit také vzájemné sladění brzdných účinků tažného a přípojného vozidla
 - Diagnostika brzdových systémů pomocí sériové nebo paralelní diagnostiky - touto metodou, respektive metodami, lze zjistit závady elektronicky řízených komponentů a elektronických řídicích jednotek. Také lze provádět funkční testy a zjistit aktuální nastavené parametry.
 - Zkoušky na pneumatických zkušebních stavech - na zkušebních stavech lze kontrolovat funkčnost, těsnost přístrojů a také kontrolovat nastavené tlakové hodnoty. Tato metoda se používá zejména u konvenčních brzdových systémů. Vzhledem k tomu, že je poměrně problematické zajistit pracoviště, kde jsou pneumatické zkušební stavy, lze toto měření na zkušebních stavech poměrně dobře nahradit měřením pomocí přesných manometrů.

Při použití těchto metod pro zjištění technického stavu komponentů brzdových systémů je potřebná znalost posuzovaných systémů a technických parametrů jednotlivých komponentů.

3.5.2 Definice podstatných veličin, formulace otázek

V předchozí části disertační práce je vymezena formulace problému. Je zřejmé, že se jedná o rozsáhlou a různorodou škálu dílčích problémů, jejichž celkové řešení by bylo velice obsáhlé a je otázkou, zda by to bylo účelné. Proto jsou dílčí problémy a otázky definovány s ohledem na tematické zaměření a také rozsah disertační práce. Zohledněna je také priorita dílčích problémů s ohledem na jejich vliv na reálný postup při znaleckém zkoumání. V rámci následné analýzy a řešení problému jsou definovány tyto okruhy dílčích problémů a otázek:

- Identifikace vozidla, jeho typové provedení, případně komunikační struktura vozidla
- Identifikace brzdové soustavy vozidla (druh, typové provedení, konfigurace, komunikace s dalšími soustavami vozidla apod.)
- Stanovení metody a metodiky postupu prohlídky technického stavu brzdové soustavy, která zahrnuje zejména tyto dílčí otázky:
 - Účel prohlídky (dopravní nehody, ocenění vozidla apod.)
 - Metoda prohlídky (vizualní, demontážní)
 - Použité diagnostické nástroje a další dílenské vybavení)

- Vyhodnocení výsledků prohlídky vzhledem k jejímu účelu

3.5.3 Analýza problému a jeho řešení

V této části disertační práce bude zpracován rámcový postup při zjišťování technického stavu brzdových soustav jízdní soupravy. Tento postup je obecně použitelný v oblasti užitkových vozidel a nezohledňuje některá specifika brzdových soustav nebo stav posuzovaného vozidla, kupříkladu v souvislosti s rozsahem poškození vozidla. Toto je problematikou individuálního posouzení, které postupy budou v souvislosti se stavem vozidla aplikovány.

Vzhledem k obsahovému rozsahu disertační práce bude metodika postupu při zjišťování technického stavu brzdových soustav užitkových vozidel vztažena na jízdní soupravu složenou z tahače a návěsu, přičemž ale některé části této metodiky budou v omezeném rozsahu zevšeobecněny. Obsah této části disertační práce je koncipován tak, aby jej bylo možné doplnit a v samostatném projektu vypracovat ucelenou metodiku postupu zjišťování technického stavu užitkových vozidel.

V závěrečných částech kapitoly budou uvedeny případové studie.

Postup při zjišťování technického stavu brzdových soustav jízdní soupravy:

Při zjišťování technického stavu brzdových soustav jízdní soupravy a také obecně všech vozidel, je potřebná zohlednit tyto základní aspekty:

Účel prohlídky:

Důležitým faktorem, který následně definuje rozsah prohlídky je její účel. Prohlídka může být prováděna pro tyto základní účely nebo jejich kombinace:

- Ocenění vozidla
- Posouzení technického stavu v souvislosti s deklarovanou závadou brzdové soustavy
- Posouzení technického stavu brzdové soustavy pro potřeby analýzy vlivu na nehodovou událost, pro stanovení vstupních parametrů při simulaci průběhu nehodového děje

Definování účelu prohlídky lze také považovat za jeden z prvotních aspektů postupu provádění prohlídky technického stavu brzdových soustav jízdní soupravy z hlediska systémového pojetí.

Typové provedení užitkového vozidla, které je předmětem prohlídky:

I když toto není předmětem disertační práce, je při posuzování technického stavu užitkových vozidel jako celku potřebné zohlednit typ, tedy provedení užitkového vozidla. Proto je pro úplnost tento bod zařazen do konceptu disertační práce. Některé soustavy užitkových vozidel jsou konstrukčně upraveny s ohledem k typovému provedení vozidla. Konkrétně u brzdových soustav je výrazný rozdíl v provedení brzdová soustavy pro autobus nebo kloubový autobus a nákladního vozidla – tahače návěsů. Také je poměrně výrazný rozdíl v koncepci brzdové soustavy přípojného vozidla – návěsu a přívěsu.

Základní rozdělení:

- Nákladní vozidlo sólo
- Nákladní vozidlo – tahač návěsů
- Autobus
- Autobus kloubový
- Přípojné vozidlo – návěs
- Přípojné vozidlo – přívěs

Celková komunikační struktura vozidla:

Zjištění komunikačních vazeb brzdové soustavy s dalšími elektronicky řízenými soustavami vozidla pro posouzení vlivu závad nebo nekorektních signálů na funkční režimy brzdové soustavy vozidla je zejména při výskytu závad brzdové soustavy vozidla a při posuzování jejich vlivu na funkčnost brzdové soustavy důležitým faktorem, který je potřebné zohlednit v rámci řešení konkrétní problémové situace. Jako konkrétní příklady lze uvést nekorektní signály nebo závady soustav pérování, vstřikování paliva, tachografů, řízení řazení převodových stupňů.

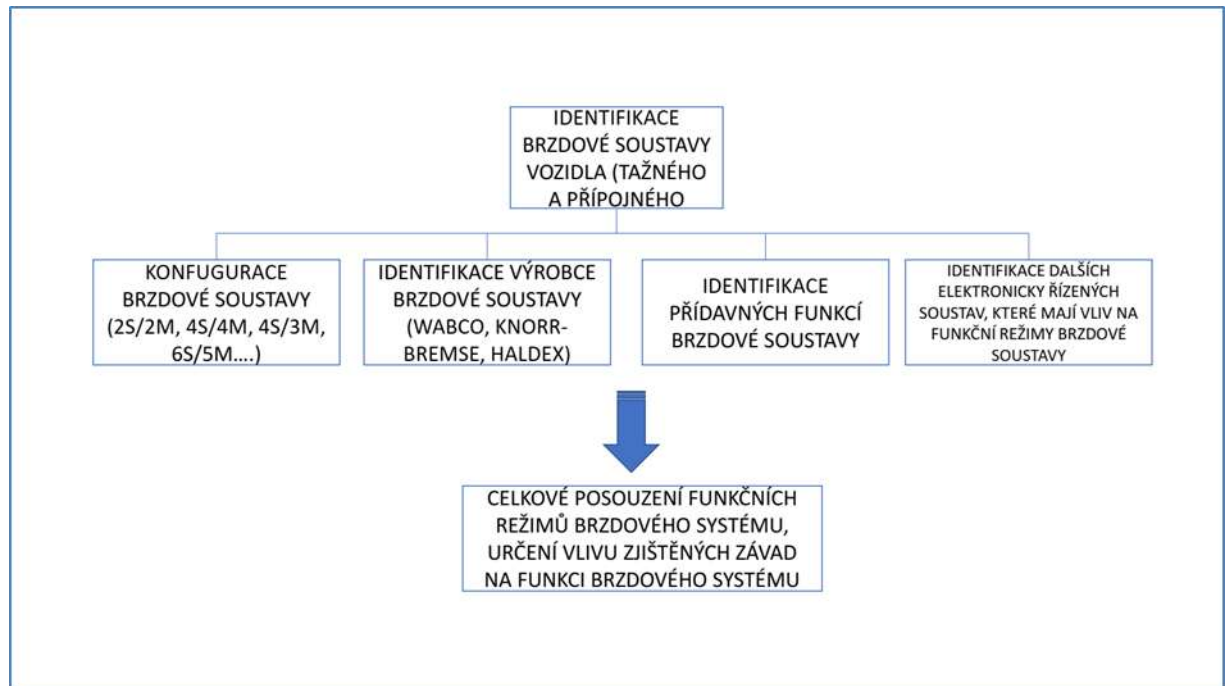
Identifikace brzdové soustavy vozidla

Pro posouzení technického stavu brzdové soustavy vozidla, respektive jízdní soupravy, je důležitá její celková identifikace. V souvislosti s konkrétním zadáním, které je předmětem řešení problémové situace, je potřebné správně identifikovat brzdovou soustavu, případně identifikovat parametry závislé na typovém provedení brzdové soustavy které budou v rámci definované problémové situace dále analyzovány.

- Základní rozdělení brzdových soustav dle jednotlivých parametrů:
- Identifikace brzdové soustavy dle typu – konvenční nebo elektronický brzdový systém
- Konfigurace brzdové soustavy (4S/4M, 4S/3M, 6S/6M, apod.)

- Identifikace výrobce brzdové soustavy – důležitý parametr pro funkční režimy zejména při aktivaci nouzové brzdy
- Identifikace použitých přídatných funkcí pro posouzení vlivu na proces brzdění

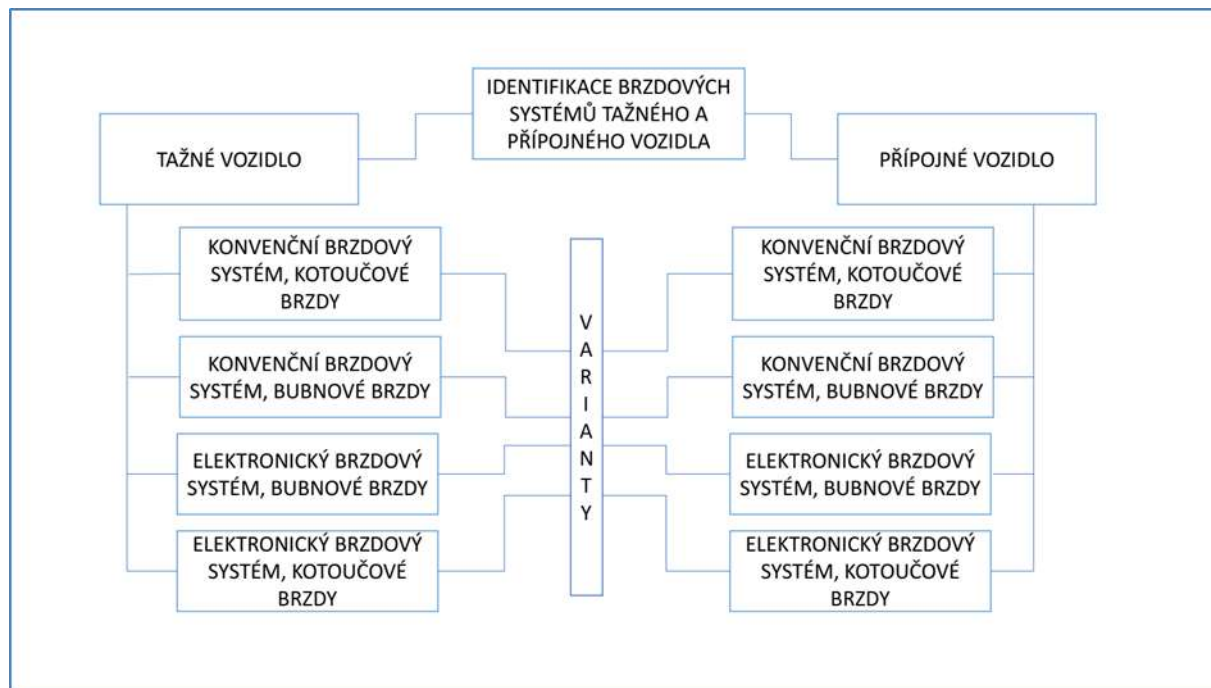
Na obr. 39 je uveden příklad základního rozdělení specifikace brzdových soustav dle jednotlivých vybraných parametrů.



Obr. 39 Základní rozdělení specifikace brzdových soustav dle jednotlivých vybraných parametrů. (zdroj: autor)

V případě jízdní soupravy, kde je potřebné analyzovat technický stav brzdových soustav tažného a přípojného vozidla nebo jako je v případě tematického zamření této disertační práce, analýza brzdění jízdní soupravy v různých režimech, je potřebné zohlednit také typové provedení brzdových soustav tahače a návěsu. Kombinace typových provedení a konfigurací brzdových soustav tahače a návěsu jsou zobrazena na obr. 40. Otázka, jaká je nejvhodnější kombinace brzdové soustavy tahače a návěsu je poměrně často diskutovaná a odpověď je do značné míry závislá na hodnotících kritériích. Tímto hodnotícím kritériem mohou být různé provozní podmínky jízdní soupravy (dlouhé trasy, dálniční provoz, provoz v terénu, kratší přepravní vzdálenosti, jednoúčelový provoz výroba - dodavatel apod.), přepravovaný materiál (maximální zatížení jízdní soupravy, nebo naopak, přeprava objemného, ale lehkého materiálu), časté přepřahání návěsu, nebo naopak, dlouhodobý provoz jízdní soupravy se stejným tahačem a návěsem. Důležitým kritériem je také způsob provádění servisu, jeho úroveň a četnost. Z pohledu znalecké praxe, pokud je hodnotícím kritériem brzdový účinek jízdní soupravy jako celku a také stabilita jízdní

soupravy při brzdění, tak je vhodná kombinace elektronických brzdových soustav tahače a návěsu se shodným typem jednotek kolových brzd na tahači a na návěsu. Při měření brzdného účinku v rámci disertační práce byla zvolena jízdní souprava s těmito typy brzdových soustav, kdy na tahači a také na návěsu jsou osazeny kotoučové brzdy. Tato kombinace brzdových soustav je v provozu nejběžnější.



Obr. 40 Schéma možných kombinací typových provedení brzdových soustav tahače a návěsu
(zdroj: autor)

Z hlediska systémového přístupu je typové provedení brzdové soustavy pevnou součástí struktury entity, tedy tahače nebo návěsu, která je sice předmětem systémové analýzy v definovaném rozsahu, ale až na určité výjimky je z pohledu znalce pevně definovanou a neměnnou součástí struktury vozidla jako celku.

Metoda prohlídky

V [52] je pojem **metoda** definován jako ucelený soubor pravidel a popis ověřeného postupu. **Metodika** je algoritmus metody, tedy postup, jak aplikovat metodu při řešení konkrétního úkolu.

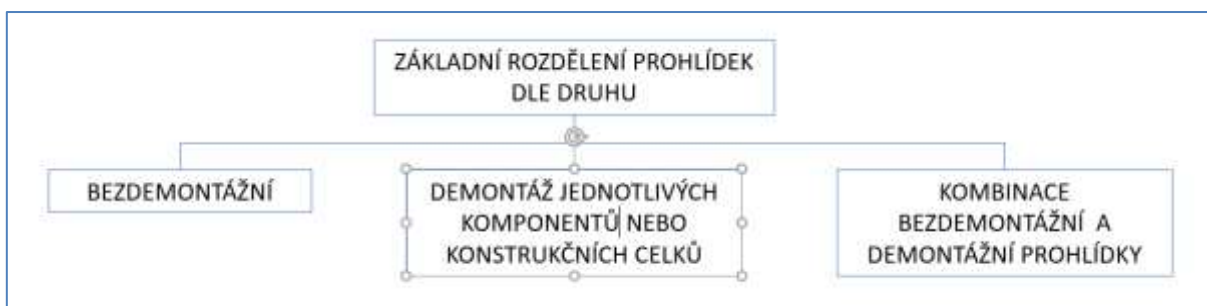
Z pohledu systémového přístupu bude v této části disertační práce popsána metoda jako soubor dílčích pravidel, která v potřebném rozsahu nebo potřebné kombinaci lze v rámci zvolené metodiky aplikovat k dosažení cíle znaleckého zkoumání. Tato dílčí pravidla budou zahrnovat **jednotlivé způsoby prohlídek** brzdových soustav a jejich komponentů, diagnostické úkony a další

testy, které lze v potřebném rozsahu použít na základě definované problémové situace a naformulovaných problémů k provedení konkretizačního experimentu nebo experimentů za účelem splnění zadaných úkolů.

Obecně lze způsoby prohlídek, které budou dále popsány, aplikovat v širším rozsahu, lze je tedy použít nejenom pro zjištění technického stavu brzdových soustav jízdní soupravy nebo užitkových vozidel, ale také pro zjištění technického stavu ostatních soustav užitkových a dalších kategorií vozidel.

Popisu způsobů prohlídek je v této části disertační práce věnována poměrně značná pozornost. Je to z toho důvodu, že u elektronických brzdových soustav je způsob provedení prohlídky zásadním aspektem pro dosažení stanoveného cíle prohlídky. Na způsobu prohlídky je závislý rozsah a úroveň zjištěných informací, které budou následně analyzovány. Z pohledu systémového pojetí je způsob prohlídky metoda a úroveň znalostí metod umožní efektivní stanovení metodiky prohlídky pro daný konkrétní úkol.

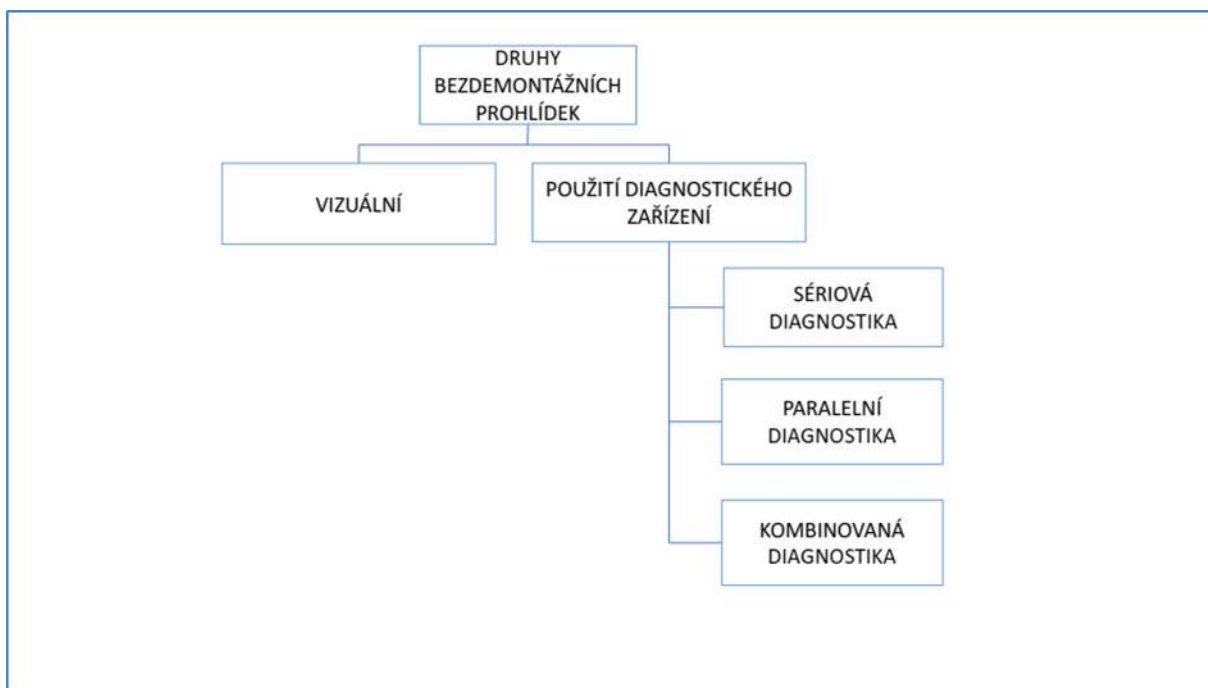
Rozdělení typu prohlídky dle druhu je uvedeno na obr. 41. Jedná se o bezdemontážní způsob, demontážní způsob nebo jejich kombinace. Definování způsobu prohlídky je závislé jak na úkolu znalce, tak na konkrétním stavu posuzovaného vozidla a brzdové soustavy. Je potřebné také zohlednit následky zvoleného druhu prohlídky. V případě demontážního způsobu prohlídky se zpravidla jedná o neopakovatelný úkon, takže je nezbytné důkladné zadokumentování zjištěných dílčích výsledků a také celkového stavu posuzovaných komponentů nebo konstrukčního celku. Kupříkladu demontáž brzdového třmenu a jeho komponentů nelze provést opakovaně, toto platí také pro pneumatické přístroje jako jsou různé ventily, vysoušeč vzduchu, víceokruhový jistící ventil, automatický zátěžový regulátor, brzdič přívěsu apod.



Obr. 41 Základní rozdělení prohlídek dle druhu (zdroj: autor)

Rozdělení bezdemontážních způsobů prohlídek je uvedeno na obr. 42. Poměrně běžný je způsob vizuální prohlídky, vzhledem k elektronizaci brzdových soustav jsou možnosti tohoto způsobu prohlídky omezené a obvykle je potřebné doplnit další způsob prohlídky. Mezi

bezdemontážní způsoby prohlídky, které se používají u elektronických brzdových soustav, je použití diagnostických zařízení. Jedná se o způsoby sériové, paralelní diagnostiky nebo kombinaci těchto způsobů.



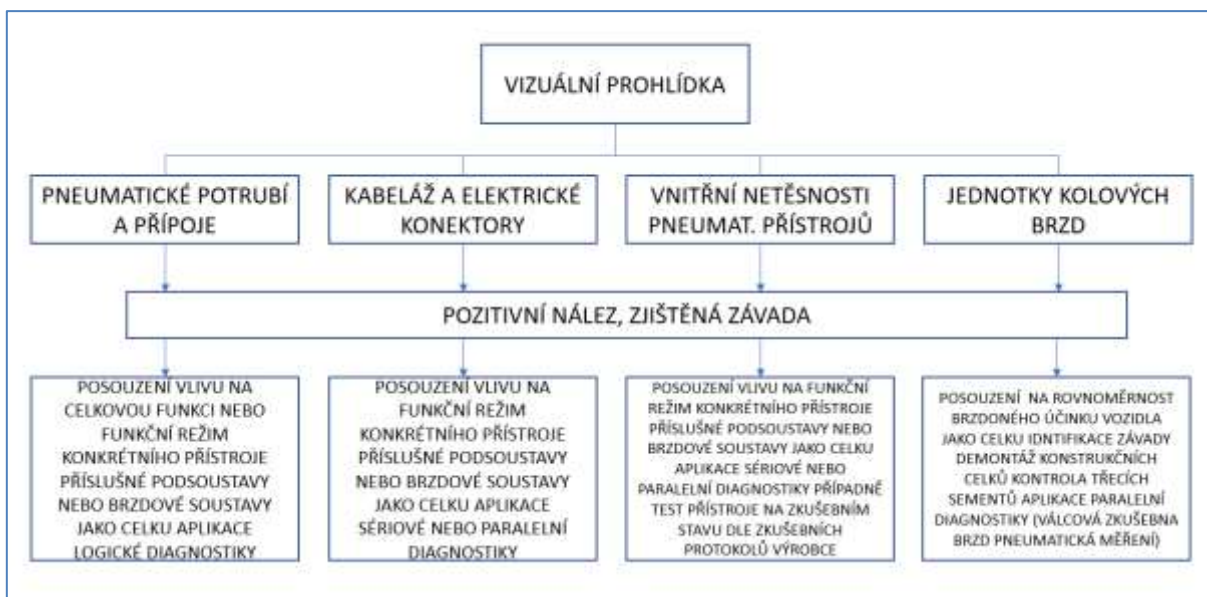
Obr. 42 Rozdělení bezdemontážních prohlídek (zdroj: autor)

Vizuální způsob prohlídky byl v minulosti nejdůležitějším, a mnohdy také jediným způsobem prohlídky brzdové soustavy užitkového vozidla. Vzhledem k typovému a konstrukčnímu provedení těchto soustav byl tento způsob prohlídky efektivní a ve většině případů postačující. V současnosti má také vizuální způsob prohlídky své nezastupitelné místo v metodách posouzení technického stavu brzdových soustav užitkových vozidel. Kromě jiného lze touto metodou identifikovat základní parametry brzdové soustavy vozidla.

Vizuální prohlídka zahrnuje tyto základní úkony:

- Prohlídka pneumatického potrubí a pneumatických přípojí
- Prohlídka kabeláže a elektrických konektorů
- Kontrola netěsností poslechem
- Prohlídka a kontrola jednotek kolových brzd (brzdové bubny, brzdové třmeny)

Na obr. 43 jsou uvedeny základní úkony vizuální prohlídky užitkového vozidla a následné postupy v případě zjištěné závady.



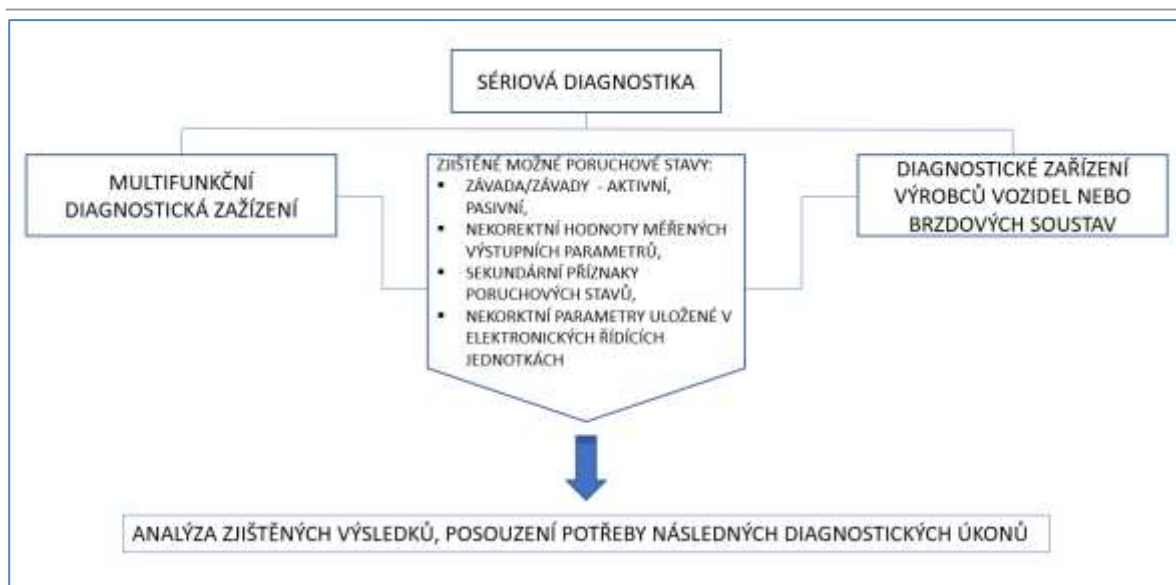
Obr. 43 Možnosti vizuální prohlídky brzdové soustavy užitkového vozidla (zdroj: autor)

Metoda sériové diagnostiky je v současnosti nejvíce využívaným způsobem zjištění technického stavu brzdové soustavy vozidla. Toto je dáno jednak vysokým stupněm elektronizace brzdových soustav vozidel, a také soustavnou aktualizací technických možností diagnostických systémů a v neposlední řadě také jejich dostupností pro servisy.

Pro sériovou diagnostiku je možné použít:

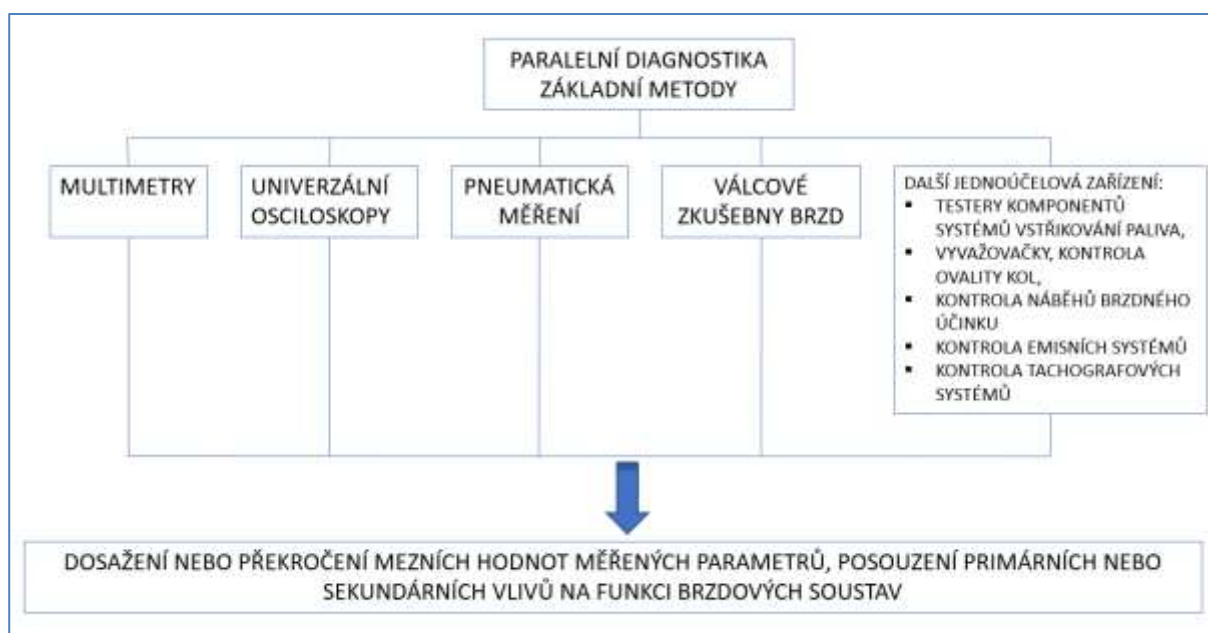
- Diagnostické systémy výrobce vozidla nebo příslušné elektronicky řízené soustavy.
- Multiznačkové diagnostické systémy, které znalec vyhodnotí jako vhodné pro dané účely.

Na obr. 44 jsou uvedeny způsoby provedení sériové diagnostiky důležité pro znaleckou praxi a také možné zjištěné poruchové stavy. Určitým handicapem metody sériové diagnostiky je potřeba technických znalostí při provádění jednotlivých diagnostických úkonů a také při následné analýze zjištěných výsledků.



Obr. 44 Možnosti sériové diagnostiky brzdové soustavy užitkového vozidla (zdroj: autor)

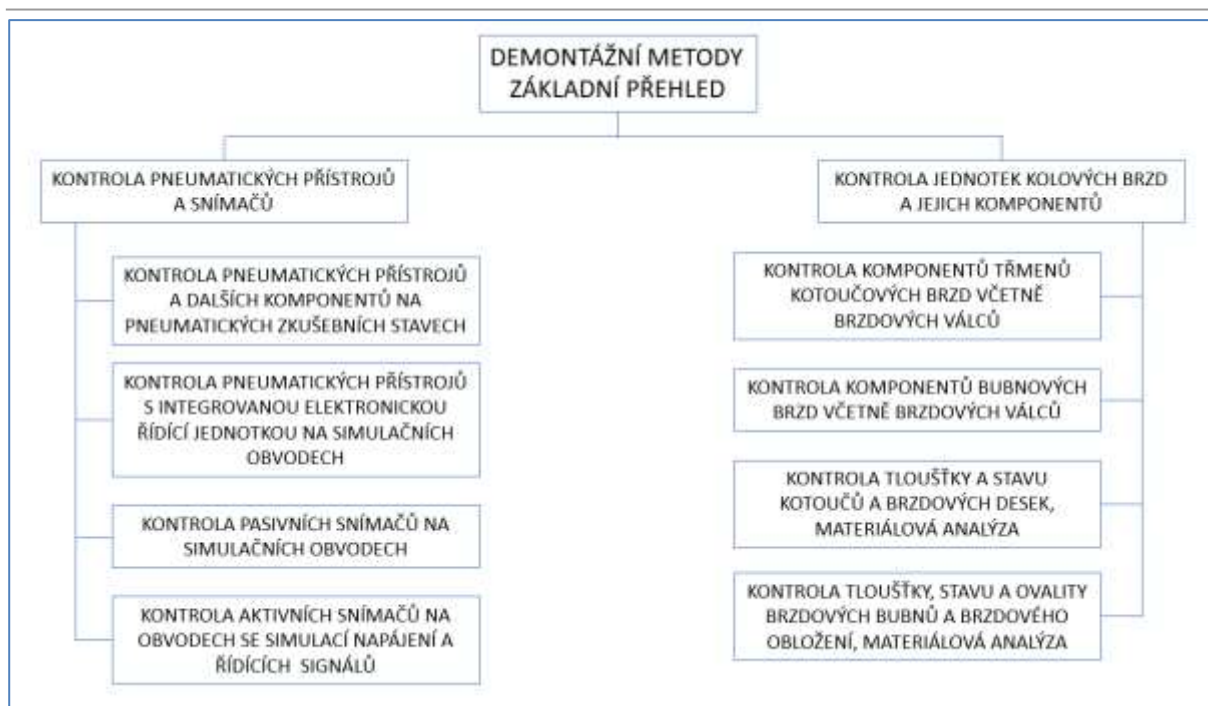
Do metod bezdemontážní diagnostiky patří také **paralelní diagnostika**. Tato metoda obecně zahrnuje měření parametrů přímo na elektrických konektorech a pneumatických přípojkách snímačů, přístrojů, elektronických řídicích jednotek a v případě použití válcové zkušebny brzd se jedná o přímé měření brzdného účinku kol vozidla nebo jízdní soupravy, kde lze zjistit také aktuální stav sladění brzdného účinku tahače a návěsu. Paralelní diagnostika má své nesporné výhody, jednou z nich je přímé měření požadovaných parametrů bez zkreslení. Paralelní diagnostika je ale časově poměrně náročná a dle potřeby vyžaduje také zajištění přístupu ke konektorům, což si vyžaduje odstrojení vozidla, tedy demontáž krytů nebo dalších dílů vozidla.



Obr. 45 Možnosti paralelní diagnostiky brzdové soustavy užitkového vozidla (zdroj: autor)

Další metodou prohlídky technického stavu brzdového systému užitkových vozidel je demontážní způsob prohlídky. Tento způsob prohlídky vyžaduje demontáž posuzovaných komponentů nebo snímačů. Na obr. 46 je uveden základní přehled demontážních metod prohlídky. Demontážní způsob prohlídky lze u brzdových soustav užitkových vozidel aplikovat při kontrole technického stavu pneumatických přístrojů a snímačů a také u jednotek kolových brzd. Nevýhodou demontážní prohlídky je v některých případech znemožnění opakovatelnosti této prohlídky. U pneumatických komponentů a snímačů je po jejich demontáži možná další kontrola funkčnosti na pneumatických zkušebních stavech nebo na simulačních obvodech. Kontrola funkce nebo funkčnosti pneumatických komponentů na zkušebních stavech dle postupu výrobce představuje možnost kontroly samostatných komponentů v různých režimech, což v případě bezdemontážní metody prohlídky není možné. Lze tak zjistit, jak se „chová“ posuzovaný přístroj v různých režimech provozu. Osobně tento způsob kontroly přístrojů používám kupříkladu u hlavních (pedálových brzdičů), víceokruhových jisticích ventilů, automatických zátěžových regulátorů brzdičů přívěsů, rozvaděčů přívěsů apod. Kontrolu funkce přístrojů nebo snímačů na simulačních obvodech lze dobře použít v případě, že vozidlo je poškozené v rozsahu, kdy nelze elektricky napájet snímače a elektronické řídicí jednotky nebo obvody komponentů a tedy nelze použít bezdemontážní způsob prohlídky, kupříkladu sériovou nebo paralelní diagnostikou. Tento způsob kontroly vyžaduje odborné znalosti funkce kontrolovaných komponentů nebo snímačů a také technické vybavení. Jedná se kupříkladu o multimetry, osciloskopy, generátory signálů (kupříkladu PWM) a impulsů (kupříkladu různých modulací elektrických signálů).

Z mého pohledu optimální aplikace metody demontážní prohlídky je při kontrole stavu jednotek kolových brzd a jejich komponentů. Na obr. 46 jsou obecně popsány možnosti kontroly jednotek kolových brzd. Kromě samotné prohlídky jednotlivých součástí jednotek kolových brzd lze provádět měření potřebných parametrů (tloušťky kotoučů, bubnů, desek, obložení), nebo funkční zkoušky kontrakčních celků, jako jsou kupříkladu synchronizační mechanismy třmenů kotoučových brzd, převodníky brzdného účinku bubnových brzd apod.



Obr. 46 Přehled vybraných demontážních metod prohlídky (zdroj: autor)

Popis vybraných postupů metod a metodik zjišťování technického stavu brzdových soustav jízdní soupravy

V této části disertační práce budou uvedeny příklady aplikace metod prohlídek nebo detailnější popis faktorů, které je potřebné při prohlídkách zohlednit, které byly popsány v předchozí části.

Po **identifikaci typového provedení vozidla a jeho brzdové soustavy** je důležité také vyhodnocení stavu dalších elektronicky řízených soustav, které mají vliv na funkci brzdové soustavy. Toto je závislé na typovém provedení vozidla, jedná se zejména o tyto soustavy:

- Elektronicky řízené jednotky přípravy vzduchu
- Centrální elektronické řídicí jednotky vozidla
- Elektronické řídicí jednotky přístrojového panelu vozidla
- Elektronické řídicí jednotky tachografu
- Elektronicky řízené jednotky soustav vstřikování paliva (zahrnuje také elektronicky řízené jednotky a komunikační propojení se systémy SCR AdBlue)
- Elektronické řídicí jednotky soustav ovládaní převodovky
- Elektronické řídicí jednotky asistenčních systémů
- Elektronické řídicí jednotky dalších zpomalovacích systémů

Pokud je použita **metoda sériové diagnostiky**, na základě prvotních výsledků je potřebné vyhodnotit závady a posoudit jejich vliv na elektronickou brzdovou soustavu vozidla.

Na základě analýzy výsledků sériové diagnostiky lze následně provést:

- potřebné funkční testy soustav/systémů
- testy akčních členů
- měření skutečných hodnot snímačů (jedná se zejména o výstupní signály)
- měření ovládacích signálů akčních členů (jedná se zejména o PWM signály)
- Generování příslušných protokolů, které budou podkladem pro znalecký úkon
- Vyhodnocení naměřených hodnot, porovnání s technickými parametry měřených komponentů

Použití jedné z **metod paralelní diagnostiky, pneumatických měření** má poměrně široké uplatnění jak v bezdemontážním, tak v demontážním způsobu prohlídky. Pro pneumatická měření je potřebné použít přesné manometry (digitální, nebo analogové), nebo použít diagnostická zařízení umožňující snímat hodnoty tlaku.

Možnosti měření:

- Měření pneumatických parametrů komponentů brzdových systémů osazených na vozidle. Tuto metodu lze uplatnit u všech komponentů brzdových soustav, je potřebné zohlednit nutnost elektrického napájení a stav tlakového vzduchu ve vzduchojemech
- Měření pneumatických parametrů komponentů demontovaných z vozidla. Tuto metodu nelze použít u komponentů, které jsou osazeny elektropneumatickými ventily, s výjimkou osazení komponentů do zkušebních obvodů, simulujících funkci konkrétní elektronické brzdové soustavy

Jak již bylo uvedeno, tak důležitou součástí **vizuální prohlídky** je prohlídka jednotek kolových brzd. Tato prohlídka zahrnuje zejména tyto úkony:

Vizuální prohlídka stavu třecích komponentů:

- Tloušťka a charakter opotřebení brzdových desek a kotoučů
- Tloušťka a charakter opotřebení brzdového obložení a brzdových bubnů

Další prohlídky a zkoušky třmenů kotoučových brzd:

- Vizuální prohlídka stavu vodících čepů
- Vizuální prohlídka připojovacích ploch brzdových válců
- Vizuální prohlídka a kontrola funkce tlačného mechanismu třmenu, mechanismu pro vymezení vůle a synchronizačního mechanismu tlačítek (pokud je na třmenu osazené)
- Vizuální kontrola těsnících manžet
- Vizuální kontrola držáku třmenu se zaměřením na dosedací plochy brzdových desek
- Kontrola pohyblivosti brzdového třmenu

-
- Vizuální kontrola konektorů, případně další testy snímače opotřebenosti desek a kotoučů (pokud je na třmenu osazený)

Další prohlídky a zkoušky bubnových brzd:

- Vizuální kontrola mechanismu bubnové brzdy (S-vačka, nebo klínová brzda) a nastavení tohoto mechanismu
- Kontrola stavu a nastavení páky u bubnové brzdy s S-vačkou

Mezi **metody paralelní diagnostiky patří zkouška na válcové zkušební brzd**. Provedení této zkoušky je podmíněno aktuálním technickým stavem vozidla nebo jízdní soupravy a také vybavením válcové zkušební brzd. Tato zkouška zahrnuje tyto základní diagnostické úkony:

- Kontrola brzdícího účinku náprav a vozidla, posouzení, zda jsou splněny legislativní podmínky
- Kontroly symetrie brzdícího účinku, posouzení, zda jsou splněny legislativní podmínky

Pokud je možné provést měření jízdní soupravy na válcové zkušební brzd, lze získat velice cenné parametry o brzdícím účinku jízdní soupravy jako celku, na základě čeho lze provádět simulaci brzdění jízdní soupravy pro potřeby analýzy průběhu nehodového děje. Zkouška sladění brzdících účinků tažného a přípojného vozidla na válcové zkušební brzd zahrnuje tyto základní úkony:

- Kontrola sladění brzdících účinků tažného a přípojného vozidla dle metodiky výrobců vozidel/náprav/brzdových systémů a vyhodnocení výsledků
- Měření potřebných parametrů jízdní zkouškou (zpomalení, doba brzdění, brzdící dráha, naběhová fáze brzdícího účinku apod.)

V závěrečné části této kapitoly disertační práce bych chtěl uvést několik příkladů z mé lektorské praxe, které se týkají kontroly **netěsností brzdové soustavy tažného vozidla**. Použil jsem rozdělení brzdové soustavy na jednotlivé okruhy.

Okruh provozní brzdy (okruhy I. a II.):

Při výskytu netěsností v okruhu provozní brzdy může dojít k vyvození nedostatečného brzdícího účinku, nesouměrnosti brzdícího účinku nebo k aktivaci nouzového brzdění. U elektronického brzdového systému pak může dojít k rozdílu pneumatického brzdového signálu na ovládacím přípoji přípojného vozidla a elektronického signálu brzdícího požadavku přenášeného přes PIN 6 a 7 konektoru ISO 7638.

Okruh parkovací brzdy a pneumatického napájení přípojného vozidla (okruh III.):

Při výskytu netěsnosti v okruhu parkovací brzdy může dojít k prodloužení doby plnění pružinových částí kombinovaných brzdových válců, aktivaci nouzového brzdění. Pokud se vyskytne vnitřní netěsnost kombinovaného brzdového válce, dochází k tepelnému zatížení třecích komponentů jednotek kolových brzd.

Pokud dochází k nedostatečnému napájení přípojného vozidla tlakovým vzduchem, je u elektronického brzdového systému TEBS aktivována závada a také může dojít k aktivaci nouzového brzdění přípojného vozidla.

Okruh pro pneumatické napájení dalších systémů (okruh IV.):

Netěsnosti a úniky tlakového vzduchu v tomto okruhu mají za následek omezení funkce těchto systémů:

- Systém pneumatického pérování
- Systém řazení převodových stupňů včetně posilovače spojky
- Odpružení kabiny, sedačky řidiče
- Systémy SCR AdBlue, které pro svoji funkci využívají stlačený vzduch

V této kapitole disertační práci jsou popsány metody zjišťování technického stavu brzdových soustav užitkových vozidel, částečně aplikované na jízdní soupravu. Vzhledem k omezenému prostoru, který je v rámci vypracování disertační práce této tematice věnován, nelze popsat ucelenou metodiku postupu zjišťování stavu brzdových systémů jízdních souprav v rozsahu standardu, tedy doporučení metodiky pro znalce. Toto lze ale zpracovat v rámci jiného projektu.

Způsoby a praktické aplikace metod prohlídek jsou uvedené v případových studiích, které jsou popsány v následné části disertační práce. Tyto případové studie řeší konkrétní případy a zvolené metody postupu při prohlídce technického stavu brzdových soustav v závislosti na úkolu znalce.

4 PŘÍKLADY ŘEŠENÍ PROBLÉMOVÝCH SITUACÍ

Tato část disertační práce obsahuje popis konkrétních dopravních nehod jízdních souprav a jejich řešení. Jedná se o případové studie, tedy problémové studie, kde byl při jejich řešení aplikován systémový přístup a na které se autor v popisu problémů a jejich řešení odvolává.

4.1 PŘÍPADOVÁ STUDIE Č. 1

Popis problémové situace

Problémová situace je dopravní nehoda s lehkým zraněním řidiče, ke které došlo tak, že při průjezdu jízdni soupravy ostrou levotočivou zatáčkou v klesání, došlo k zalomení jízdni soupravy a následnému vyjetí jízdni soupravy mimo komunikaci, kde došlo k odpojení přívěsu a jeho převrácení. Při této události nedošlo ke zranění řidiče a ani traktor a návěs nebyly výrazněji poškozeny, traktor byl nadále pojízdný. Řidič jízdni soupravy uvedl jako příčinu dopravní nehody technickou závadu brzdové soustavy přípojného vozidla složené z traktoru DEUTZ AGROTRON, rok výroby 2006 a přívěsu WTC PLT22, rok výroby 2011, zatížení 10800 kg.

Následně chtěl řidič traktoru nacouvat k přívěsu, kdy přitom došlo k vyjetí traktoru mimo komunikaci a k jeho převrácení. Došlo k lehkému zranění řidiče a k totální škodě na traktoru. Řidič traktoru uvedl, že příčinou této následné dopravní nehody byla technická závada traktoru, kdy nebyla funkční ruční brzda.

Ze stop na místě dopravní nehody a z prvotní prohlídky nebylo možné zjistit příčinu dopravní nehody.

Problémovou situací je konkrétní dopravní nehoda, kde je úkolem znalce nalezení řešení technického hlediska, které následně definuje také právní řešení této problémové situace. Vzhledem k charakteru dopravní nehody se nejedná o rutinní problém.

Pro potřeby disertační práce bude uveden popis postupu při zjištění technického stavu jízdni soupravy, což bylo podkladem pro další analýzu průběhu nehodového děje.

Na obr. 47 a 48 jsou zobrazeny traktor a přívěs po dopravní nehodě.



Obr. 47 Pohled na přívěs po dopravní nehodě (zdroj: autor)



Obr. 48 Pohled na traktor po dopravní nehodě

Řešení problémové situace

V rámci zaměření disertační práce je uveden postup při zjištění technického stavu jízdní soupravy. Toto také souvisí se zadáním, tedy znaleckým úkolem, který byl zadavatelem formulován do 10 otázek, které ale lze shrnout do těchto základních problémů, dle jejich priority řešení:

- Posoudit technický stav obou vozidel, tedy traktoru a návěsu a určit vliv zjištěných výsledků na průběh nehodového děje jako celku.
- Vypracovat analýzu průběhu nehodového děje a stanovit příčinu dopravní nehody z technického hlediska.
- V rámci analýzy průběhu nehodového děje zohlednit vliv okolí, tedy profilu komunikace a okolí.
- Vzhledem ke zjištění, že řidič traktoru měl zdravotní omezení, které přímo souviselo s možností ovládnutí ruční brzdy traktoru, je potřebné při analýze nehodového děje z technického hlediska zohlednit také tento parametr.

Jak již ale bylo zmíněno, pro potřeby disertační práce bude uveden pouze postup při řešení jednoho z problémů, a to zjištění technického stavu jízdní soupravy.

Při řešení tohoto problému bylo potřebné definovat základní faktory, které budou zohledněny při dalším konkrétním postupu prohlídky vozidel:

- K poškození přívěsu došlo ve stavu, kdy byl připojen za traktor, vozidla tedy tvořila jízdní soupravu jako celek.
- K poškození traktoru došlo při jeho jízdě jako samostatného vozidla.
- Rozsah poškození traktoru a návěsu.

– Technická specifikace traktoru a návěsu

Těmto faktorům byla přizpůsobena také prohlídka technického stavu traktoru a návěsu.

Pohled na traktor a návěs v čase prohlídky je na obr. 49 a 50.



Obr. 49 Pohled na traktor v čase prohlídky znalcem (zdroj: autor)



Obr. 50 Pohled na přívěs v čase prohlídky znalcem

Postupy prohlídky jízdní soupravy

Technický stav traktoru:

Pro zjištění technického stavu traktoru byla použita vizuální metoda prohlídky a také diagnostika elektronicky řízených systémů traktoru.

V rámci postupu prohlídky bylo potřebné zohlednit to, že traktor je pro přípojné vozidlo zdrojem tlakového vzduchu a rozhraním přenosu brzdového signálu. Protože řidič uvedl, že nebylo možné aktivovat ruční brzdu traktoru, byla prohlídka zaměřena také na systém vstřikování paliva, systém pohonu náprav traktoru a také na vzduchotlakový okruh traktoru. Vizuální prohlídka byla omezena rozsahem poškození traktoru, ale i tak bylo možné zjistit, že kompresor, vzduchotlakové potrubí a také další přístroje systému zdroje a přípravy vzduchu nevykazovaly markanty, které by nasvědčovaly závadě nebo poruchovému stavu, který by ovlivnil funkčnost brzdové soustavy přípojného vozidla.

Prostřednictvím externího napájení tlakovým vzduchem byla provedena funkční zkouška systému napájení přípojného vozidla plnicí větve a v rámci omezených technických možností také ovládací větve. Autorizovaným servisem byla provedena také diagnostika řídicích systémů traktoru. Jednalo se o poměrně jednoduchou komunikační strukturu a nebyly zjištěny žádné závady, které by měly souvislost s posuzovaným nehodovým dějem.

Prohlídkou bylo zjištěno, že technický stav traktoru neměl vliv na vznik nehodového děje a ani na funkci systému, který zabezpečuje funkci ruční brzdy.

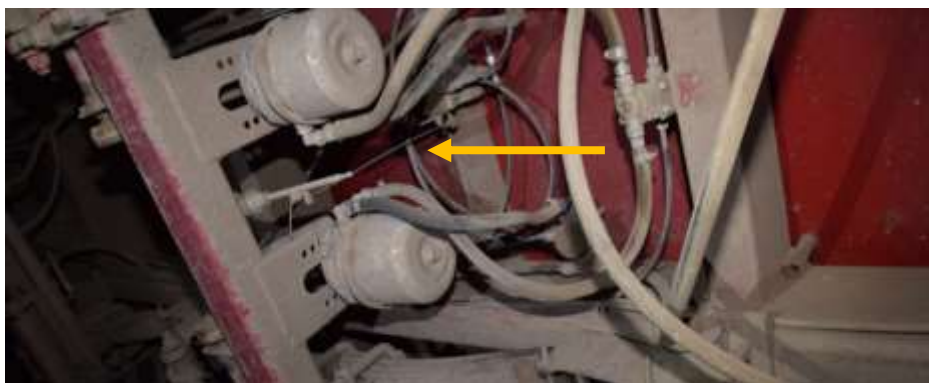
Technický stav přípojného vozidla:

Zjištění technického stavu přípojného vozidla bylo zaměřeno pouze na brzdovou soustavu, protože na základě prostudování dostupné dokumentace bylo možné vyloučit vliv závady jiných technických skupin a soustav přípojného vozidla, kupříkladu náprav nebo geometrie rámu a také rozložení nákladu přívěsu. Stav pneumatik byl dobrý.

Postup při prohlídce technického stavu přípojného vozidla byl stanoven až po prvotní prohlídce, protože z dostupné fotodokumentace nebylo možné identifikovat typové provedení a konfiguraci brzdové soustavy přípojného vozidla. Při prohlídce traktoru bylo zjištěno, že napájení tlakovým vzduchem, tedy plnicí a také ovládací větev byly v čase dopravné nehody funkční, takže pokud byla příčinou dopravní nehody technická závada přípojného vozidla, tak tato se vyskytovala přímo u přípojného vozidla a nesouvisela s traktozem.

Identifikací brzdové soustavy přívěsu bylo zjištěno, že je osazena konvenční brzdovou soustavou bez ABS s automatickou zátěžovou regulací brzdného účinku. Při prohlídce komponentů brzdové soustavy byly provedeny také funkční zkoušky brzdových válců a brzdových pák, toto bylo v pořádku. Tyto funkční zkoušky byly provedeny tak, že z externího zdroje byla naplněna vzduchová soustava tlakovým vzduchem a následně byla aktivována ovládací větev pneumatickým signálem. Kontrolována byla souměrnost a délka pohybu tyček brzdových válců a brzdových pák. Jednoduchým odměřením délky vysunutí tyčky z brzdových válců bylo zjištěno, že délky vysunutí pák jsou odpovídající hodnotám uvedených v katalogu a jsou souměrné. Vizually byla také přes kontrolní okénka zkontrolována brzdová obložení, tato byla v pořádku a nevykazovala známky nadměrného tepelného zatížení nebo opotřebení. Další přístroje brzdové soustavy byly vizually nepoškozeny, také hadice a přípoje byly v pořádku. Z popisu průběhu nehodového děje a také z provedené prohlídky a zkoušek vyplynulo, že brzdový systém přívěsu byl schopen vyvodit brzdný účinek, ale otázkou bylo, zda tento brzdý účinek byl postačující. Proto byla další prohlídka zaměřena na přístroj, který ovlivňuje úroveň brzdného účinku, tedy automatický zátěžový regulátor. Z fotodokumentace z místa dopravní nehody bylo viditelné, že na jednom z prvních snímků je táhlo automatického zátěžového regulátoru zapojené. Připojení táhla je asi v polovině tyčky umístěné na nápravě, je viditelné, že toto bylo dodatečně, neodborně předěláno. Tato dodatečná úprava způsobila vlivem o cca 50% kratšího zdvihu tyčky sníženou regulaci brzdného účinku přibližně o 50%, z čehož vyplývá, že přívěs, který byl plně zatížen sice brzdil, ale brzdý účinek nebyl odpovídající úrovni zatížení, což při jízdě v klesání způsobilo to, že došlo k zalomení jízdní soupravy. Z prvotní fotodokumentace vyplývá, že táhlo automatického zátěžového regulátoru bylo zapojeno, k jeho porušení, které bylo zjištěno při prohlídce, došlo až dodatečně.

Závěr technické prohlídky jízdní soupravy byl ten, že k dopravní nehodě došlo v důsledku nesprávné funkce automatického zátěžového regulátoru z důvodu neodborného zásahu.



Obr. 51 Pohled na stav brzdových komponent při dokumentování dopravní nehody, kde je viditelné zapojené lanko AZR na tyčce (zdroj: autor)



Obr. 52 Pohled na lanko AZR , které již není zapojené na tyče, snímek byl pořízen také při dokumentování dopravní nehody téměř ve stejné době jako předchozí snímek (zdroj: autor)

4.2 PŘÍPADOVÁ STUDIE Č. 2

Elektronické brzdové soustavy jsou sestaveny z pneumatických přístrojů a komponentů, které se kromě elektronických řídicích jednotek nebo jednodušších elektronických řídicích obvodů skládají také z elektromagnetických ventilů a konvenčních přístrojů. Jako příklad lze uvést modulátor elektronické brzdové soustavy přípojného vozidla, tedy modulátor TEBS. Tento modulátor TEBS, umístěný na přípojném vozidle je na obr. 53. Tento modulátor se skládá z elektronické řídicí jednotky, pěti snímačů tlaku, respektive převodníků tlak – napětí, šesti elektromagnetických ventilů, dvou relé ventilů a ventilu proti součtu sil. Z tohoto je zřejmé, že samotný modulátor TEBS obsahuje různé komponenty, které jsou regulované pomocí signálů generovaných elektronickou řídicí jednotkou nebo je jejich funkce čistě pneumatická.



Obr. 53 Pohled na modulátor TEBS umístěný na přípojném vozidle (zdroj: autor)

Z toho také vyplývá možný výskyt závad těchto komponentů, kdy se může jednat o netěsnosti nebo závady funkce. U těchto modulátorů nebo u přístrojů s elektronickou regulací se obvykle spoléháme, že jejich závady se automaticky projeví signalizací závady a toto lze také přímo zjistit diagnostikou. Toto ale nemusí být vždy pravidlem, což bude zřejmé z praktických příkladů. Z vnitřního zapojení jednotlivých komponentů a snímačů modulátorů TEBS vyplývá, že jejich závady nemusí vždy elektronická řídicí jednotka zjistit nebo je přímo popsat jako závadu vnitřních komponentů.

Jako příklad lze uvést ventil proti součtu sil, který je až na některé výjimky integrován přímo v modulátoru TEBS a jeho základní funkcí je zamezit mechanickému poškození brzdových válců a jednotek kolových brzd. Jedná se o poměrně jednoduchý ventil, který funguje pouze na pneumatickém principu.

Pokud je ale tento ventil nefunkční, dochází i za jízdy k částečné nebo také úplné aktivaci parkovací brzdy návěsu, dochází tedy k částečnému nebo úplnému odvzdušnění pružinových částí kombinovaných brzdových válců.

Jako příklad následku částečného odvzdušnění pružinové části kombinovaných brzdových válců návěsu je uveden na obr. 54, kdy v důsledku částečného vysunutí tyčky brzdových válců došlo ke tření mezi brzdovými deskami a kotouči, což způsobilo zahřátí těchto třecích elementů a následný požár návěsu. Na komunikaci nebyly zjištěny žádné brzdné nebo dřecí stopy. Částečné brzdění nebylo řidičem nijak zpozorováno a ani následnou diagnostikou demontovaného

modulátoru TEBS nebyly zjištěny žádné závady, které by nasvědčovaly závadě ventilu proti součtu sil.



Obr. 54 Pohled na návěs, který byl zničen požárem v důsledku technické závady modulátoru TEBS (zdroj: autor)

Jako další je uveden příklad aktivace plného účinku parkovací brzdy návěsu v důsledku závady ventilu proti součtu sil. Po rozjezdu jízdní soupravy došlo k zablokování kol návěsu, kde jsou usazeny kombinované brzdové válce, došlo ke vzniku výrazných stop, které jsou viditelné na obr. 55. Tyto stopy vznikly v důsledku odvzdušnění pružinových částí kombinovaných brzdových válců.



Obr. 55 Detailní zobrazení stop, které vznikly v důsledku odvzdušnění pružinových částí kombinovaných brzdových válců

Tato závada nebyla řidiči nijak signalizována aktivací výstražné kontrolky, nebo změnou na ukazatelích tlaků na přístrojovém panelu. Byla také provedena sériová diagnostika, kde byla zjištěna jedna závada, která ale zcela nepřímo indikuje možné nekorektní hodnoty výstupních tlaků v předchozím provozu návěsu. Její popis je uveden na obr. 56. Závada nebyla v době dopravní nehody aktivní. Tato závada, která ale nemusela aktivovat výstražnou kontrolku na přístrojovém panelu vozidla, souvisí s nepravidelným výskytem nekorektní funkce elektropneumatických a pneumatických komponentů v modulátoru TEBS. Jedná se o sporadický výskyt asynchronnosti signálu CAN, přenášeného přes komunikační rozhraní ISO 7638 a pneumatického signálu, který je snímán v modulátoru TEBS. Tato závada nijak nekonkretizuje nesprávnou funkci ventilu proti součtu sil, ale lze z ní vyvodit závěr, že ve vnitřní struktuře modulátoru TEBS se vyskytují sporadické inicializační podněty pro vznik nekorektní synchronizace signálů. Může se jednat kupříkladu o mechanické nečistoty, olej v tlakovém vzduchu, lokální netěsnosti modulátoru, nesprávně dosednutí pístků do ventilových sedel, ale také o výkyvy elektrického napájení apod. Je tedy zřejmé, že na základě provedení diagnostiky vůbec není možné závadu související s nesprávnou funkcí ventilu proti součtu sil jednoznačně identifikovat. Tyto závady ale v souvislosti s popisem nehodového děje je určitým vodítkem, kde je potřebné soustředit pozornost. Pro stanovení příčiny vzniku dopravní nehody je v těchto případech potřebná znalost nejenom funkce elektronických brzdových soustav, ale také funkci a konstrukci jejich jednotlivých komponentů. Kromě jiného je potřebné znát konstrukční rozdíly jednotlivých typových provedení soustav.

Popis	Hodnota
Kód závady	KÓD:012C
Popis závady	Elektrický signál přes CAN ISO 7638 se neshoduje s požadovaným tlakem.
Stav závady	0
Četnost chyby	7
POČET KILOMETRŮ (POSLEDNÍ VÝSKYT)	515505 km
POČET KILOMETRŮ (PRVNÍ VÝSKYT)	36278 km
DATUM (PRVNÍ VÝSKYT)	17/02/2016 dd:mm:yy
ČAS (PRVNÍ VÝSKYT)	13:27:52 hh:mm:ss

Obr. 56 Výňatek z diagnostického protokolu s popisem závady nekorektního výstupního signálu (zdroj: autor)

V těchto dvou případech byla příčinou vzniku dopravní nehody závada ventilu proti součtu sil. Tato příčina byla ale stanovena nepřímo, na základě analýzy dokumentace z místa dopravní nehody, včetně vyjádření řidiče a funkce brzdových soustav a jejich komponentů. Další komplikaci při posuzování těchto případů, kdy se jedná o vnitřní závady komponentů brzdových soustav je to, že se jedná o jedinečné jevy, které jsou vratné, tedy pokud dojde k odzdušnění komponentů, nebo tyto nejsou elektricky napájené, dojde ke změně funkčních stavů a tedy posuzované komponenty

není kupříkladu v poruchovém stavu, ale v normálním, provozuschopném stavu. Toto je také případ konkrétní závady funkce ventilu proti součtu sil, kdy po odvzdušnění modulátoru dojde zpravidla k obnovení jeho funkce, k čemu došlo v obou popsaných případech.

4.3 PŘÍPADOVÁ STUDIE Č. 3

Elektronické brzdové soustavy musí stejně jako konvenční brzdové soustavy splňovat jak technické, tak legislativní požadavky, které jsou stanoveny předpisem EHK č. 13, ze kterého pak vycházejí národní předpisy jednotlivých států evropského hospodářského společenství. Kromě jiného jsou v těchto předpisech definovány podsestavy brzdových soustav, jako jsou podsestavy provozní brzdy, parkovací brzdy, nouzové brzdy. Tyto musí splňovat stanovené parametry týkající se jejich konfigurace a také podmínek aktivace. V této případové studii bude uvedena dopravní nehoda, jejíž příčinou byla náhlá technická závada v napájení tlakovým vzduchem přípojného vozidla. Stanovení technické příčiny bylo komplikované zcela nevyhovujícím technickým stavem brzdové soustavy přípojného vozidla.

K dopravní nehodě došlo tak, že při jízdě v obci v klesání při průjezdu pravotočivé zatáčky došlo k náhlému zablokování všech kol návěsu, jízdní souprava nebyla a v důsledku toho došlo ke střetu s protijedoucím vozidlem. Kontrolou tachografického kotoučku bylo zjištěno, že jízdní souprava se bezprostředně před dopravní nehodou pohybovala rychlostí 70 km/h. Řidič jízdní soupravy uvedl jako příčinu dopravní nehody technickou závadu.

Na obr. 57 jsou zobrazeny stopy kol návěsu.



Obr. 57 Pohled na brzdné stopy kol návěsu na místě dopravní nehody (zdroj: autor)

Ze zobrazených stop je viditelné, že se jedná o výrazné, nepřerušované stopy od všech šesti kol návěsu. Od kol tahače nevznikly žádné stopy. Toto je důležitá vstupní informace, která bude zohledněna při technickém řešení této problémové situace. Z prvotní prohlídky stop bylo zřejmé, že je potřebné udělat prohlídku technického stavu jak tahače, tak návěsu. Jako jeden z důležitých faktorů, který má vliv na režim brzdění jízdní soupravy jako celku je zatížení návěsu. V tomto případě návěs převážel náklad, jehož hmotnost byla přibližně 8000 kg, tento tedy nebyl přetížen a bylo možné vyloučit vliv zatížení návěsu na brzdění jízdní soupravy a také na vznik nehodového děje.

Stopy na komunikaci naznačovaly aktivaci nouzové brzdy návěsu, ale vzhledem k tomu, že při prvotní zběžné prohlídce bylo zřejmé, že brzdové soustavy tahače a také návěsu byly v nevyhovujícím technickém stavu. Pro další analýzu příčiny dopravní nehody byla důležitá identifikace brzdových soustav tahače a návěsu. Na tahači byla osazena elektronická brzdová soustava Knorr-Bremse EBS 2.2, konfigurace 4S/4M a na návěsu elektronická brzdová soustava WABCO TEBS D, konfigurace 2S/2M. Diagnostika elektronicky řízených soustav tahače potvrdila závěry vizuální prohlídky. Na obr. 58 je výňatek z diagnostického protokolu elektronické brzdové soustavy tahače. Z popisu závad lze při znalosti funkce elektronické brzdové soustavy Knorr-Bremse EBS 2.2 vyvodit závěr, že při brzdění tato soustava brzdila bez elektronické regulace brzdného účinku, tedy pouze v pneumatickém režimu, kdy nebyl funkční ABS. Ze

zadokumentovaných stop a z vyjádření řidiče jízdní soupravy ale vyplývalo, že toto nebylo primární příčinou vzniku nehodového děje.

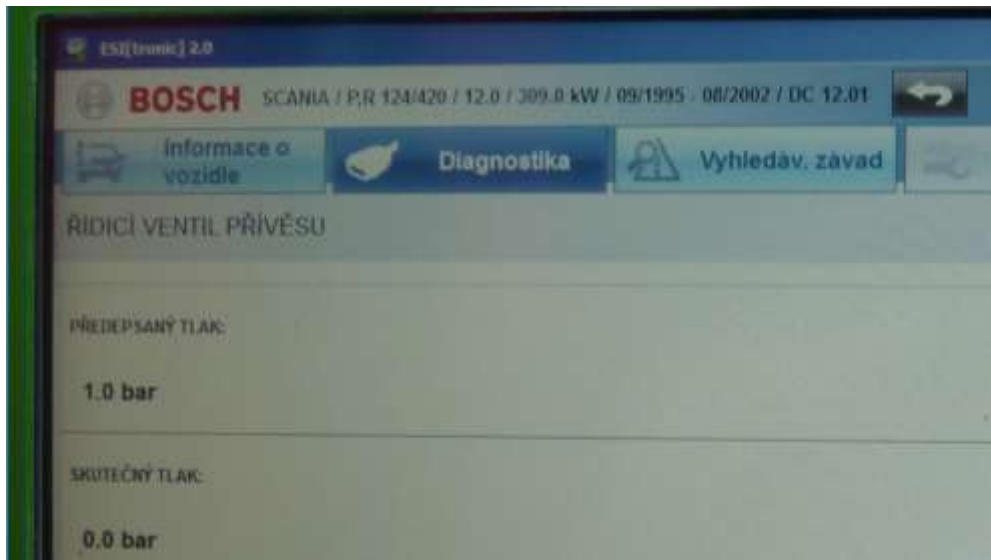
U návěsu diagnostika nebyla úspěšná, elektronická řídicí jednotka s diagnostikou nekomunikovala. Nebylo tedy možné na místě zjistit případný výskyt závad, uložených v paměti elektronické řídicí jednotky.

KÓD:103	Modulátor přední levý.	
KÓD:121	Opotřebení brzdového obložení vpředu vlevo. Chybný signál.	
KÓD:171	Opotřebení brzdového obložení vpředu vpravo. Chybný signál.	
KÓD:104	Snímač rychlosti vpředu vlevo. Vzduchová mezera je příliš velká	
KÓD:161	Snímač rychlosti přední pravý. Pøerušení/zkrat	
KÓD:221	Opotřebení brzdového obložení vzadu vlevo. Nepřizpůsobeno.	
KÓD:51	Vedení CAN. Timeout odpověď mezi EBS (elektronická brzdová soustava) a EDC (Electronic Diesel Control).	
KÓD:162	Snímač rychlosti přední pravý. Bez signálu.	

Obr. 58 Výňatek z diagnostického protokolu elektronické brzdové soustavy tahače (zdroj: autor)

Proto byla pozornost zaměřena na soustavu napájení přípojného vozidla tlakovým vzduchem a na přenos pneumatického brzdového signálu. Tuto funkci plní řídicí ventil přívěsu, nebo v některé literatuře je uváděn také jako brzdič přívěsu. Závada jeho funkce ale nemusí být identifikována diagnostikou, a to zejména ve stavu, kdy nebyla možná diagnostická komunikace s elektronickou řídicí jednotkou TEBS. Pro zjištění stavu řídicího ventilu přívěsu byla provedena vizuální prohlídka a také funkční test pomocí sériové diagnostiky. Tento způsob kontroly ventilu byl zvolen z toho důvodu, že nebylo možné a ani účelné ventil demontovat a vizuální prohlídkou přímo na vozidle nelze vzhledem k jeho ztížené dostupnosti zcela jednoznačně identifikovat jednotlivé přípoje. Pomocí sériové diagnostiky byl proveden funkční test ovládacího tlaku, kde bylo zjištěno, že při simulaci zvoleného tlaku, byla hodnota skutečného tlaku při opakovaných testech vždy nulová. Tento test je zobrazen na obr. 59.

Při vizuální prohlídce tohoto ventilu bylo zjištěno, že je odpojena hadice pneumatického vedení z jednoho z přípojů, což byl důvod nesprávné funkce tohoto ventilu. Jednalo se o uvolněnou rychlospojku, kdy bylo viditelné, že se jednalo o samovolné uvolnění tohoto konektoru. Toto byla také primární příčina aktivace nouzového brzdění návěsu. Tento stav je zobrazen na obr. 60.



Obr. 59 Funkční zkouška řídicího ventilu přívěsu (zdroj: autor)



Obr. 60 Detailní zobrazení poškozeného pneumatického přípoje řídicího ventilu přívěsu (zdroj: autor)

Při prohlídce komponentů brzdové soustavy návěsu bylo zjištěno, že tento nesplňuje technické a legislativní podmínky provozu na pozemních komunikacích. Od modulátoru TEBS byly odpojeny všechny elektrické přípoje, včetně kabeláže snímačů otáček pólových kol. Toto je zobrazeno na obr. 61.

Závěr prohlídky technického stavu jízdní soupravy byl, že k dopravní nehodě došlo vlivem náhlé technické závady, v důsledku které došlo k aktivaci nouzového brzdění návěsu. Jako další zjištění bylo to, že jak tahač, tak návěs nesplňují legislativní a technické podmínky pro provoz na pozemních komunikacích. Toto ale nebylo primární příčinou vzniku nehodového děje a ani zásadně neovlivnilo jeho průběh. Samozřejmě, lze nastolit otázku pravidelné údržby, kupříkladu kompresoru nebo vysoušeče vzduchu, což ovlivňuje také výskyt oleje v tlakovém vzduchu a tím také funkci rychlospojek. Řešení této otázky je ale problematické a vzhledem k zadání a rozsahu znaleckého posudku také neefektivní.

Z této případové studie vyplývá, že je důležitá znalost funkce brzdových soustav a v rámci prohlídky je kromě vizuální metody a diagnostiky elektronicky řízených soustav potřebné také zaměření na provádění funkčních testů jednotlivých komponentů.



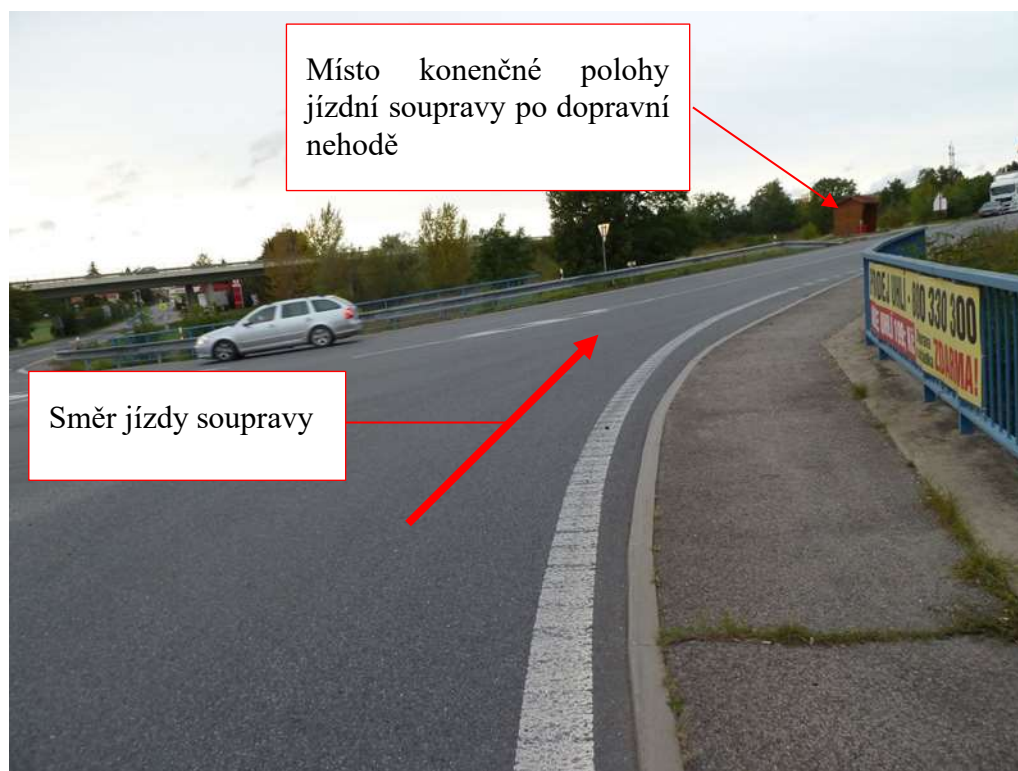
Obr. 61 Pohled na modulátor TEBS, kde je viditelná přerušená kabeláž (zdroj: autor)

4.4 PŘÍPADOVÁ STUDIE Č. 4

Přepravovaný náklad, jeho hmotnost, rozložení a zabezpečení má významný vliv na vlastnosti jízdní soupravy. Přetížení návěsu ovlivňuje funkční režimy brzdových soustav tahače a návěsu a také elektronickou regulaci vzájemného sladění brzdného účinku jízdní soupravy jako celku. Důležitou roli, a to zejména v kritických situacích, má také rozložení a upevnění nákladu. I když jsou vozidla jízdní soupravy vybavena soustavami, které zabezpečují jejich vyšší bezpečnost provozu, zlepšují stabilitu jízdy, při brzdění, při průjezdu zatáčkou nebo při náhlé změně směru, kupříkladu vyhýbacímu manévru, je potřebné si uvědomit, že funkce těchto soustav je limitována obecně platnými fyzikálními zákony.

Jedním ze soustav, který ovlivňuje jízdní stabilitu soupravy je soustava proti převrácení návěsu, výrobci označován jako RSS, RSP. Touto soustavou je vybavena velká část návěsů. V této případové studii bude popsána dopravní nehoda, kde bude analyzován vliv nákladu na její vznik a v rámci tohoto bude posuzován také technický stav se zaměřením na funkci brzdových soustav tahače a návěsu.

K dopravní nehodě došlo tak, že při průjezdu jízdní soupravy pravotočivou zatáčkou došlo k jejímu převrácení na levý bok. V důsledku dopravní nehody došlo k poškození tahače, návěsu a také přepravovaného zboží, vznikla tedy hmotná škoda. Při prvotním šetření dopravní nehody byl jako viník označen řidič, který nepřizpůsobil rychlost jízdy stavu a povaze komunikace. Pohled na komunikaci a místo dopravní nehody je na obr. 62. Je zřejmé, že zatáčka a prostorové parametry komunikace můžou ovlivnit techniku jízdy řidiče a evokovat rychlejší průjezd touto zatáčkou. Řidič ale uvedl, že rychlost jízdy nebyla dle jeho názoru vysoká a k převrácení jízdní soupravy došlo náhle. Úkolem bylo posoudit mechanismus vzniku dopravní nehody a určit její příčinu. Pro disertační práci budou popsány pouze související části řešení problémové situace.



Obr. 62 Pohled na místo dopravní nehody ze směru jízdy jízdní soupravy (zdroj: autor)

Na obr. 63 je zobrazena jízdní souprava po jejím převrácení v konečné poloze po dopravní nehodě. Z prohlídky místa dopravní nehody bylo zřejmé, že k převrácení jízdní soupravy došlo až

po průjezdu zatáčkou. Na základě dat stažených z tachografu, která byla porovnána s přibližným stanovením mezní rychlosti jízdní soupravy pro průjezd zatáčkou a simulací průběhu nehodového děje dle dostupných vstupních informací vyplynulo, že jízdní souprava se pohybovala rychlostí, která byla nižší než mezní rychlost pro průjezd zatáčkou. Ze simulace průběhu nehodového děje vyplynulo, že pokud by se jízdní souprava pohybovala rychlostí vyšší, při které by došlo k jejímu převrácení, k tomuto by došlo v oblasti, která nekoresponduje s konečnou polohou jízdní soupravy, která byla zadokumentována po dopravní nehodě. K převrácení jízdní soupravy by došlo dříve, tedy v místě, které je v oblasti zatáčky. Proto byla pozornost zaměřena na prohlídku uložení nákladu a na prohlídku technického stavu jízdní soupravy.



Obr. 63 Pohled na převrácenou jízdní soupravu (zdroj: autor)

Jízdní souprava nebyla přetížená, brzdové soustavy tažného a přípojného vozidla a také přídatné funkce pracovaly v běžném, provozním režimu.

Prohlídkou technického stavu tahače nebyly zjištěny žádné závady, které by měly vliv na dopravní nehodu. Tato prohlídka byla provedena vizuálně a také byla provedena diagnostika elektronicky řízených soustav pomocí multiznačkového diagnostického zařízení.

Stejný postup byl aplikován při prohlídce technického stavu návěsu. Vizuální prohlídkou nebyly zjištěny žádné závady, které by měly vliv na vznik dopravní nehody. V rámci provedené diagnostiky byly kromě zjištění závad generovány informace o historii provozu a také štítek TEBS. Na obr. 64 jsou zobrazeny informace o historii provozu návěsu. Z těchto informací, kromě jiného, vyplývá, že jedenkrát byl aktivován RSS (ROLL STABILITY SUPPORT) stupeň 2. Stupeň 2 je aktivován v případě, že došlo k dosažení nebo překročení mezních hodnot příčného náklonu návěsu. I když nejsou k dispozici informace o čase, kdy došlo k této aktivaci, bylo vysoce pravděpodobné, že toto souviselo s nehodovým dějem. Aktivaci RSS odpovídaly také stopy zjištěné na místě dopravní nehody. Zjištěna byla stopa, která odpovídá aktivaci plného brzdného účinku kol, což je vlastně

aktivace funkce RSS. Tato stopa je zobrazena na obr. 65. Jedná se o stopu, která vznikla při odlehčení pravých kol návěsu v době, kdy začalo docházet k jeho převrácení.

Popis	Hodnota
VOZIDLEM UJETÁ DRÁHA PŘI POSLEDNÍM VYNULOVÁNÍ	0 km
PROVOZNÍ DOBA OD POSLEDNÍHO VYNULOVÁNÍ	825h 7m
DRÁHA UJETÁ VOZIDLEM OD POSLEDNÍHO VYNULOVÁNÍ	39899,3 km
POČET JÍZD (RYCHLOST > 30 KM/H)	488
ZATÍŽENÍ NA NÁPRAVÁCH, STŘEDNÍ HODNOTA	9002 kg
ZATÍŽENÍ NA NÁPRAVÁCH, STŘEDNÍ HODNOTA (%)	50 %
TLAK V ŘÍZENÍ BRZD, STŘEDNÍ HODNOTA	1,47 bar
FREKVENCE BRZDĚNÍ	46 1/100 km
POČET BRZDĚNÍ	18707
POČET BRZDĚNÍ S NAPÁJENÍM BRZDOVÉHO SVĚTLA	22
POČET BRZDĚNÍ S DRÁHOU BRZDĚNÍ	0
ABS, POČET ZÁSAHŮ	172
RSS (ROLL STABILITY SUPPORT) - STUPEŇ 1, POČET ZÁSAHŮ	89
RSS (ROLL STABILITY SUPPORT) - STUPEŇ 2, POČET ZÁSAHŮ	1

Obr. 64 Zobrazení informací o historii provozu (zdroj: autor)



Obr. 65 Zobrazení stop na místě dopravní nehody (zdroj: autor)

Při analýze zjištěných informací bylo ale potřeba zodpovědět otázky, proč aktivací systému RSS nedošlo ke stabilizaci jízdní soupravy a proč k jejímu převrácení došlo až v oblasti, která nekorespondovala s výsledkem simulace průběhu nehodového děje.

Odpovědi na tyto otázky přinesla prohlídka přepravovaného nákladu v kontejneru.

Na obr. 66 je zobrazeno uložení nákladu vně kontejneru. Z prohlídky uložení nákladu je zřejmé, že v kontejneru byly na výšku uloženy tři palety na sobě ve dvou řadách. Na paletě bylo

uloženo poměrně těžké zboží, každá paleta byla pak jako celek obalena fólií. Takto zabalené palety byly pak volně uloženy do kontejneru. V kontejneru nejsou palety nijak upevněny, mezi paletami jsou ve středu umístěny pouze aretační měchy, které byly naplněny tlakovým vzduchem max 0,2 bar. Mezi paletami a vnitřními stěnami kontejneru nebyly žádné aretační ani upevňovací, respektive vázací prvky.

Při prohlídce kontejneru byly všechny aretační měchy mechanicky poškozeny a bez vzduchu. Na obr. 67 je detailní zobrazení poškození měchu, kde je viditelná také materiálová struktura. Samotný materiál aretačních měchů nemá dostatečné pevnostní vlastnosti k tomu, aby nedošlo k jeho mechanickému poškození při kontaktu s přepravovaným nákladem při jeho pohybu. Také tlak vzduchu, kterým jsou měchy plněny, nedokáže zabezpečit náklad proti pohybu při působení dynamických sil.



Obr. 66 Pohled na umístění nákladu v kontejneru (zdroj: autor)



Obr. 67 Detailní zobrazení poškozeného aretačního měchu (zdroj: autor)

Jako primární příčina vzniku nedohodového děje bylo v tomto případě nesprávné uložení a zabezpečení přepravovaného nákladu. Při průjezdu zatáčkou došlo k posuvu materiálu vně kontejneru, což způsobilo celkové příčné naklonění návěsu. Přitom došlo k dosažení mezních hodnot náklonu a došlo k aktivaci RSS, ale ani aktivace této soustavy již nezabránila následnému převrácení jízdní soupravy na levou stranu. Tento proces aktivace RSS a „snaha“ o stabilizaci jízdní soupravy vysvětluje také skutečnost, že k převrácení jízdní soupravy došlo až v oblasti, kdy tato již vyjžděla ze zatáčky. Z této případové studie je viditelné, že také soustavy aktivní bezpečnosti mají svá omezení a pokud nejsou splněny další podmínky pro bezpečný provoz jízdní soupravy, což bylo v tomto případě nesprávné uložení přepravovaného nákladu, tak funkce těchto soustav je značně omezená.

4.5 PŘÍPADOVÁ STUDIE Č. 5

Tato případová studie je věnována praktické ukázce postupu při analýze technického stavu brzdových soustav tažného a přípojného vozidla. Jako problémová situace je tedy zjištění neboli analýza technického stavu brzdových soustav tahače a návěsu.

Příkladem, který je v rámci této případové studie popsán je postup při zjišťování aktuálního technického stavu brzdových soustav tažného a přípojného vozidla v rámci přípravy na měření brzdného účinku jízdní soupravy v rámci řešení problému č. 2.

V přípravné fázi měření parametrů brzdění jízdní soupravy byl u všech tří měření zjišťován technický stav brzdových soustav tahače a návěsu. Přehled použitých metodik je uveden níže.

Použitá metodika při zjištění technického stavu při měření dne 16.1.2017:

- vizuální prohlídka tažného a přípojného vozidla

Použitá metodika při zjištění technického stavu při měření dne 18.8.2017:

- vizuální prohlídky tažného a přípojného vozidla
- diagnostika elektronicky řízených soustav tažného a přípojného vozidla pomocí multiznačkového diagnostického systému BOSCH KTS TRUCK se zaměřením na brzdové soustavy a další soustavy, které mají vliv na funkci a funkční režimy brzdových soustav a jejich přídatných funkcí

Použitá metodika při zjištění technického stavu při měření dne 14.4.2018:

- vizuální prohlídky tažného a přípojného vozidla
- diagnostika elektronicky řízených soustav tažného a přípojného vozidla pomocí multiznačkového diagnostického systému BOSCH KTS TRUCK se zaměřením na brzdové soustavy a další soustavy, které mají vliv na funkci a funkční režimy brzdových soustav a jejich přídatných funkcí

Jako praktický příklad aplikace metod a metodik postupů při zjištění technického stavu brzdové soustavy vozidel jízdní soupravy, tedy tahače a návěsu, bude popsán postup při zjištění technického stavu brzdových soustav a v rámci měření, které proběhlo dne 14.4.2018.

Základní informace o datu a místě prohlídky:

Datum a čas prohlídky: 13.4.2018, v čase od 14:00 do 16:30 hod.

Místo prohlídky: Areál CDS Náchod, Kladská č. 286

Předmět prohlídky:

Předmětem prohlídky je jízdní souprava stávající z tažného vozidla MAN TGX 18.440, RZ: 5H2 0531 a přípojného vozidla, návěsu KRONE SD, RZ: 5H0 1747.

Obecný popis postupu prohlídky:

Účelem prohlídky tahače a návěsu je zjištění technického stavu vozidel před měřením zpomalení a dalších parametrů brzdění jízdní soupravy jako celku. Tomuto účelu byl přizpůsoben také postup při zjištění technického stavu jízdní soupravy. Vozidla byla prohlédnuta samostatně, ale vzhledem k účelu prohlídky bylo posuzováno také vzájemné propojení mezi tažným a

přípojným vozidlem, a to jak mechanické, tak komunikační. Primárně byla prohlídka zaměřena na brzdové soustavy tahače a návěsu, ale předmětem prohlídky byly také další soustavy, které by mohly ovlivnit funkční vlastnosti brzdových soustav.

Použité metody při prohlídce: vizuální metoda, bezdemontážní metoda - diagnostika multiznačkovým diagnostickým systémem BOSCH KTS TRUCK, generovány diagnostické protokoly pro tahač a návěs. Pro další potřeby posouzení správnosti parametrů řídicí jednotky TEBS návěsu byl generovaný štítek TEBS a aktuální parametry řídicí jednotky TEBS návěsu. V čase měření byly pro možnost analyzovat je v budoucím období zkopírovány a uloženy ve formátu .jcf. Na obr. 68 je pohled na jízdní soupravu, která byla předmětem prohlídky.



Obr. 68 Celkový pohled na jízdní soupravu (zdroj: autor)

Identifikace tažného a přípojného vozidla:

Identifikace technické specifikace tažného a přípojného vozidla byla vykonána v rozsahu potřebném pro následnou prohlídku. Popis postupu při identifikaci vozidel:

- Vizuální prohlídkou byly zjištěny výrobní identifikační čísla tahače a návěsu a porovnány s údaji uvedenými v technickém průkazu.
- Vizuální prohlídkou byla provedena identifikace typového provedení a specifikace brzdové soustavy tahače a návěsu. Zjištěné parametry byly porovnány s údaji na štítku tahače a návěsu a také s výstupem diagnostických protokolů a štítku TEBS návěsu.
- Porovnání parametrů zatížení náprav návěsu uvedených v technickém průkazu s parametry uvedenými na štítku TEBS na návěsu a s parametry uloženými v elektronické řídicí jednotce TEBS (tyto jsou také na štítku TEBS generovaném multiznačkovou diagnostikou).
- Porovnání parametrů korekce brzdových tlaků uvedených na štítku TEBS na návěsu s parametry uloženými v elektronické řídicí jednotce TEBS (tyto jsou také na štítku TEBS generovaném multiznačkovou diagnostikou).

Parametry tahače MAN TGX 18.440, specifikace v rozsahu potřebném pro potřeby disertační práce jsou uvedeny v tab.17:

Tab. 17 Parametry tahače MAN TGX 18.440 (zdroj: autor)

Značka a typ vozidla	MAN TGX 18.440
Druh vozidla	tahač návěsů
Registrační značka	5H2 0531
Výrobní číslo vozidla/VIN	5E1 7077
Osvědčení o TP série, číslo	UF 473159
Výrobní číslo vozidla/VIN	WMA06XZZ0BP029486
Rok výroby/uvedení do provozu	2011
Počet najetých kilometrů	612162 km
Obsah, druh, výkon motoru	12 419 cm ³ , vznětový, 324 kW/1800 ot/min.
Kód motoru	D 2676 LF57
Počet náprav (z toho poháněných)	2 - 1 zadní (4x2)
Specifikace brzdového systému	EBS (elektronický brzdový systém)
Výrobce, typ	KNORR-BREMSE, EBS 5
Konfigurace	4S/4M
Rozvor (mm)	3 600
Provozní hmotnost (kg)	7 936
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost (kg)	20 000/18 000
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost na nápravu (kg)	7 500/7 500, 12 600/11 500
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost jízdní soupravy (kg)	44 000/44 000

Parametry návěsu KRONE SD PROFI LINER, specifikace v rozsahu potřebném pro potřeby disertační práce:

Tab. 18 Parametry návěsu KRONE SD PROFI LINER (zdroj: autor)

Značka a typ vozidla	KRONE SD PROFI LINER
Druh vozidla	nákladní návěs valníkovaný
Registrační značka	5H2 0531
Výrobní číslo vozidla/VIN	5E1 7077
Osvědčení o TP série, číslo	UF 473159
Výrobní číslo vozidla/VIN	WKESD000000535803
Rok výroby/uvedení do provozu	2014
Počet najetých kilometrů	627707 km
Počet náprav (z toho poháněných)	3 -0
Zvedací náprava (počet/specifikace)	1, první
Specifikace brzdového systému	EBS (elektronický brzdový systém)
Výrobce, typ	WABCO, TEBS E
Konfigurace	4S/2M
Rozvor (mm)	T 6 170/1 310/1 310
Provozní hmotnost (kg)	6 200
Největší technicky přípustná/povolená hmotnost (kg)	39 000/36 000

Největší technicky přípustná/povolená hmotnost na nápravu (kg)	T 12 000, 9 000/8 000, 9 000/8 000, 9 000/8 000
--	--

Na následujících zobrazeních jsou uvedeny vybrané identifikační parametry. Na obr. 69 je štítek nacházející se v oblasti dveří spolujezdce tahače. Pro identifikaci vozidla je zde uvedeno výrobní číslo vozidla VIN, pro následnou diagnostiku lze využít informace o typu vozidla, konfiguraci pohonu (4x2). Je důležité upozornění, že konfigurace pohonu není identická s konfigurací brzdové soustavy, která je v tomto případě 4S/4M, což lze zjistit následnou vizuální prohlídkou.



Obr. 69 Identifikační parametry tahače MAN TGX uvedené na štítku vozidla (zdroj: autor)

Na obr.70 je zobrazen počet najetých kilometrů tahače, údaj je na přístrojovém panelu vozidla, kde kromě jiného lze zjistit základní informace o výskytu závad, stavu napětí baterií, tlaku v okruhu provozní brzdy apod. Úroveň informací je závislá na typovém provedení vozidla.



Obr. 70 Počet najetých kilometrů tahače na ukazateli na přístrojovém panelu (zdroj: autor)

Na obr. 71 je pohled na modul pedálového brzdíče vozidla, který se nachází v levé přední části vozidla pod „přední kapotou“. U všech vozidel je umístěn ve stejné oblasti, lze jej tedy

poměrně jednoduše najít a identifikovat. Vizuální prohlídkou modulu pedálového brzdíče lze jednoduše a spolehlivě identifikovat druh brzdové soustavy, tedy zda se jedná o konvenční soustavu s ABS nebo o elektronickou brzdovou soustavu, výrobce a typové provedení. Z obr.71 je zřejmé, že se jedná o modul pedálového brzdíče výrobce KNORR-BREMSE, elektronická brzdová soustava EBS 5 (v některých multiznačkových diagnostikách označována jako „GEN.3“).



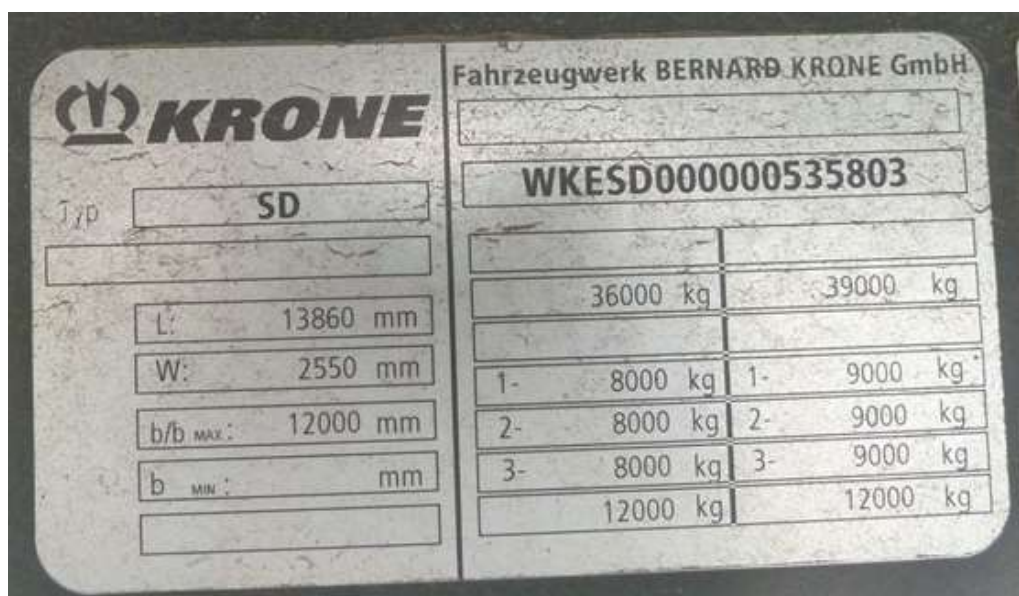
Obr. 71 Identifikace a specifikace typového provedení brzdového systému tahače (zdroj: autor)

Na obr. 72 a 73 jsou zobrazeny štítky umístěné na návěsu. Na obr. 72 je zobrazen štítek s výrobním identifikačním číslem návěsu (VIN) a se základními hmotnostními a rozměrovými parametry. Tento štítek je důležitý pro identifikaci návěsu a také pro kontrolu zatížení návěsu, zejména v případě, kdy je potřebné posuzovat přetížení jízdní soupravy. Na obr.73 je zobrazen štítek s parametry brzdové soustavy návěsu, tento se obvykle nazývá „EBS štítek“. Tento štítek je velice důležitý pro posouzení technického stavu brzdové soustavy přípojných vozidel. Obsahuje tyto důležité informace:

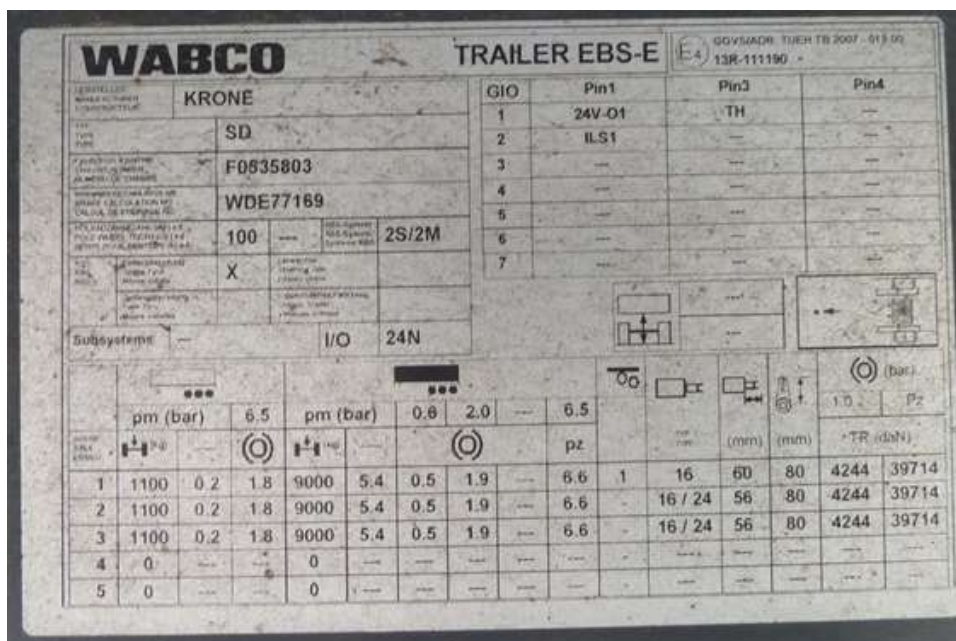
- Výrobce brzdové soustavy, typové provedení a konfiguraci
- Přídavné funkce, jejich zapojení
- Číslo brzdového výpočtu
- Parametry použitých brzdových válců

- Zatížení na nápravu prázdného a plně zatíženého návěsu a příslušné tlaky v měchách párování
- Výstupné brzdě tlaky prázdného a plně naloženého návěsu
- Kompenzační tlaky

Tyto informace na tomto štítku lze pak porovnat s informacemi, které jsou na štítku, generovaném diagnostickým systémem. Tento štítek, generovaný z elektronické řídicí jednotky EBS použitého návěsu pomocí multiznačkové diagnostiky BOSCH KTS TRUCK, je zobrazen na obr. 74. Jedná se o parametry, které jsou skutečně a nezpochybnitelně uloženy v paměti elektronické řídicí jednotky EBS. Tyto parametry lze následně porovnat s údaji na štítku nacházejícím se na návěsu a lze pak kupříkladu zjistit případné provádění změny těchto parametrů a posoudit jejich vliv na brzdění návěsu a jízdní soupravy jako celku.



Obr. 72 Identifikační parametre přívěsu KRONE (zdroj: autor)



Obr. 73 Štítek TEBS umístěný na návěsu (zdroj: autor)

Wabco, EBS E, Systém řízení brzd										BOSCH															
VÝROBCE		KRONE								GIO		Pin 1		Pin 3		Pin 4									
TYP		SD								1		TRVALÉ NAPĚTÍ PLUS (+) (24 V - VÝSTUP 1)		TH POMOC PŘI STARTOVÁNÍ		N/A									
ČÍSLO PODVOZKU		F0535803								2		ILS1		N/A		N/A									
VÝPOČET BRZD		WDE77169								3		N/A		N/A		N/A									
ZUBY, KOLO C-D		100		KONFIGURACE SYSTÉMU				2S/2M		4		N/A		N/A		N/A									
ZUBY, KOLO E-F		---		RÍDÍCÍ NÁPRAVA				NE		5		N/A		N/A		N/A									
RSS		OSAZ. JEDNOU PNEUM.		X		SPECIÁLNÍ VOZIDLO				NE		6		N/A		N/A									
		OSAZ. DVĚMA PNEUM.		---		SPECIÁLNÍ VOZIDLO				NE		7		N/A		N/A									
PODSYSTÉMY		---		I/O		NAPĚTÍ 24N		ZVEDACÍ NÁPRAVA 1		1		ZVEDACÍ NÁPRAVA 2		---											
		pm (bar)		6,5		pm (bar)		0,6		2,0		---		6,5		pz		TYP		(mm)		(mm)			
NÁPRAVA		H ₁ (l/min)		8		H ₁ (l/min)		8		8		8		8		8		8		8		8			
1		1100		0,2		1,8		9000		5,4		0,5		1,9		---		6,6		16/---		60		80	
2		1100		0,2		1,8		9000		5,4		0,5		1,9		---		6,6		16/24		56		80	
3		1100		0,2		1,8		9000		5,4		0,5		1,9		---		6,6		16/24		56		80	
4		---		---		---		---		---		---		---		---		---		---		---		---	
5		---		---		---		---		---		---		---		---		---		---		---		---	

Obr. 74 Štítek TEBS generovaný multiznačkovou diagnostikou BOSCH KTS TRUCK (zdroj: autor)

V rámci provedení metody sériové diagnostiky tahače a návěsu byly generovány diagnostické protokoly.

Tahač MAN:

U tahače MAN byla provedena diagnostika všech elektronických řídicích soustav, které jsou na vozidle osazeny, byl tedy proveden tzv. „systém scan“, nebo „přehled systémů“. Byly zjištěny všechny elektronicky řízené soustavy, které jsou na konkrétním vozidle osazeny, což je důležité pro následnou analýzu vlivu těchto soustav na funkci brzdové soustavy vozidla. Výňatky z diagnostického protokolu tahače MAN jsou uvedeny na obr.75 až 77.

Výňatky z diagnostického protokolu tahače MAN jsou uvedeny na obr. 75 až 77.

Závěr:

Diagnostikou elektronicky řízených systémů tahače MAN nebyly zjištěny závady a provozní režimy, které by měly vliv na měření brzdného zpomalení a dalších parametrů dne 14.4.2018.

Ing. Andrej Haring	Č. zakázky	:
	Označení	:
	FIN	:
	Kilometrový stav	:
	Uv. do prov.	:
Číslo zákazníka	Mechanik	:
Tel. (soukromý)	Telefon	:
Tel. (zaměstnání)	Fax	:

MAN, TGX 18 t, TGX 18.440, Vznětový, 10.5, 324.0kw, 09/2009 - , D 2066 LF40

Přehled systému

13.4.18 16:38

1. Výsledek vyhledávání

16:38

Rozpoznáný systém	Kód závady	Inf. o záv.	Stav
EBS 5, Elektronický brzdový systém		Počet závad:0	
DM TRW, Dveřní modul		Počet závad:0	
PTM, Hnací modul		Počet závad:0	
OBDU, Přístroj OBD (On Board Diagnose)		Počet závad:6	
ZBR, Body Computer		Počet závad:5	
BHTC, Klimatizace		Počet závad:0	
EDC 7 C3/C32, Elektronický vstříkovací systém pro vznětové motory, Common Rail		Počet závad:0	
ECAS CAN 2, Elektronicky řízené pneumatické odpružení		Počet závad:0	
AS Tronic, Elektronicky řízená převodovka		Počet závad:0	
AS Tronic, Parametrizace převodovky		Počet závad:0	
INS STON, Přístrojové vybavení		Počet závad:0	
Service PTM, Servis		Počet závad:0	
Airtronic D2/D4, Přídavné topení		Počet závad:0	
HDS/SCR AdBlue, Systém úpravy výfukových plynů		Počet závad:0	

2. Výsledek vyhledávání

16:38

Rozpoznáný systém	Kód závady	Inf. o záv.	Stav
EBS 5, Elektronický brzdový systém		Počet závad:0	

DM TRW, Dveřní modul		Počet závad:0	
PTM, Hnací modul		Počet závad:0	
OBDU, Přístroj OBD (On Board Diagnose)	KÓD:3210 FMI:2	Příliš nízký tlak v olejovém filtru. peřilíš malý	není k dispozici
OBDU, Přístroj OBD (On Board Diagnose)	KÓD:3210 FMI:2	Příliš nízký tlak v olejovém filtru. peřilíš malý	není k dispozici
OBDU, Přístroj OBD (On Board Diagnose)	KÓD:2061 FMI:8	Jednotka k dodatečné úpravě spalin.- GDK (řizený diesellový katalyzátor) není v CAN. Chybný signál.	není k dispozici
OBDU, Přístroj OBD (On Board Diagnose)	KÓD:2061 FMI:8	Jednotka k dodatečné úpravě spalin.- GDK (řizený diesellový katalyzátor) není v CAN. Chybný signál.	není k dispozici
OBDU, Přístroj OBD (On Board Diagnose)	KÓD:2000 FMI:8	EDC (Electronic Diesel Control) není v CAN. Chybný signál.	není k dispozici
OBDU, Přístroj OBD (On Board Diagnose)	KÓD:2039 FMI:8	FFR (řídící počítač vozidla) není v CAN. Chybný signál.	není k dispozici
ZBR, Body Computer	KÓD:4400 FMI:10	Množství plastického maziva v mazacím systému na pinu (F2/8). Otevrený proudový obvod	k dispozici
ZBR, Body Computer	KÓD:4401 FMI:10	Motor mazacího systému na pinu (X/16). Otevrený proudový obvod	k dispozici
ZBR, Body Computer	KÓD:4402 FMI:10	Ústřední mazací čerpadlo, obě strany, na pinu (F2/11). Otevrený proudový obvod	k dispozici
ZBR, Body Computer	KÓD:3403 FMI:10	Proud předehřivače na pinu (ZE/20). Otevrený proudový obvod	není k dispozici
ZBR, Body Computer	KÓD:4001 FMI:12	Potkávácí světlo vlevo na pinu (BL/6).	není k dispozici
BHTC, Klimatizace		Počet závad:0	
EDC 7 C3/C32, Elektronický vstřikovací systém pro vznětové motory, Common Rail		Počet závad:0	
ECAS CAN 2, Elektronicky řízené pneumatické odpružení		Počet závad:0	
AS Tronic, Elektronicky řízená převodovka		Počet závad:0	
AS Tronic, Parametrizace převodovky		Počet závad:0	
INS STON, Přístrojové vybavení		Počet závad:0	
Service PTM, Servis		Počet závad:0	
Airtronic D2/D4, Přídavné topení		Počet závad:0	
HDS/SCR AdBlue, Systém úpravy výfukových plynů		Počet závad:0	

3. Výsledek vyhledávání

16:39

Rozpoznaný systém	Kód závady	Inf. o záv.	Stav
-------------------	------------	-------------	------

Obr. 76 Výňatek z diagnostického protokolu tahače MAN (zdroj: autor)

EBS 5, Elektronický brzdový systém		Počet závad:0	
DM TRW, Dveřní modul		Počet závad:0	
PTM, Hnací modul		Počet závad:0	
OBDU, Přístroj OBD (On Board Diagnose)	KÓD:3210 FMI:2	Příliš nízký tlak v olejovém filtru. příliš malý	není k dispozici
OBDU, Přístroj OBD (On Board Diagnose)	KÓD:3210 FMI:2	Příliš nízký tlak v olejovém filtru. příliš malý	není k dispozici
OBDU, Přístroj OBD (On Board Diagnose)	KÓD:2061 FMI:8	Jednotka k dodatečné úpravě spalín.- GDK (řízený dieselový katalyzátor) není v CAN. Chybný signál.	není k dispozici
OBDU, Přístroj OBD (On Board Diagnose)	KÓD:2061 FMI:8	Jednotka k dodatečné úpravě spalín.- GDK (řízený dieselový katalyzátor) není v CAN. Chybný signál.	není k dispozici
OBDU, Přístroj OBD (On Board Diagnose)	KÓD:2000 FMI:8	EDC (Electronic Diesel Control) není v CAN. Chybný signál.	není k dispozici
OBDU, Přístroj OBD (On Board Diagnose)	KÓD:2039 FMI:8	FFR (řídící počítač vozidla) není v CAN. Chybný signál.	není k dispozici
ZBR, Body Computer	KÓD:4400 FMI:10	Množství plastického maziva v mazacím systému na pinu (F2/8). Otevřený proudový obvod	k dispozici
ZBR, Body Computer	KÓD:4401 FMI:10	Motor mazacího systému na pinu (X/16). Otevřený proudový obvod	k dispozici
ZBR, Body Computer	KÓD:4402 FMI:10	Ústřední mazací čerpadlo, obě strany, na pinu (F2/11). Otevřený proudový obvod	k dispozici
ZBR, Body Computer	KÓD:3403 FMI:10	Proud předehříváče na pinu (ZE/20). Otevřený proudový obvod	není k dispozici
ZBR, Body Computer	KÓD:4001 FMI:12	Potkávací světlo vlevo na pinu (BL/6).	není k dispozici
BHTC, Klimatizace		Počet závad:0	
EDC 7 C3/C32, Elektronický vstřikovací systém pro vznětové motory, Common Rail		Počet závad:0	
ECAS CAN 2, Elektronicky řízené pneumatické odpružení		Počet závad:0	
AS Tronic, Elektronicky řízená převodovka		Počet závad:0	
AS Tronic, Parametrizace převodovky		Počet závad:0	
INS STON, Přístrojové vybavení		Počet závad:0	
Service PTM, Servis		Počet závad:0	
Airtronic D2/D4, Přídavné topení		Počet závad:0	
HDS/SCR AdBlue, Systém úpravy výfukových plynů		Počet závad:0	

4. Výsledek vyhledávání

16:40

Návěs KRONE:

Pro zjištění technického stavu návěsu KRONE byla provedena diagnostika elektronicky řízené brzdové soustavy návěsu. Načteny byly také parametry historie provozu návěsu, kde lze kupříkladu zjistit míru zatěžování nebo přetěžování návěsu, historii brzdění, úroveň aktivací stabilizačního systému apod. Na návěsu, který byl použitý pro měření, nebyla osazena jiná elektronicky řízená soustava, než brzdová. Tomuto stavu byl přizpůsoben také postup provádění sériové diagnostiky.

Výňatky z diagnostického protokolu návěsu KRONE jsou uvedeny na obr. 78 a 79.

Závěr:

Diagnostikou elektronické brzdové soustavy TEBS nebyly zjištěny závady a provozní režimy, které by měly vliv na měření brzdného zpomalení a dalších parametrů dne 14.4.2018. V čase, kdy byla diagnostika prováděna, nebyly v paměti řídicí jednotky uloženy žádné aktivní nebo pasivní závady. Z historie provozu vyplývá, že návěs nebyl přetěžován, zásahy ABS a RSS stupeň 2 nejsou nadměrné. Z diagnostického protokolu lze také zjistit, že elektronická brzdová soustava má sekundární zdroj napájení přes brzdová světla, brzdění v tomto režimu bylo 22 krát. Četnost zásahů ABS, RSS stupeň 2, brzdění v režimu napájení přes brzdová světla nemá zásadní vliv na stav mechanických komponentů brzdové soustavy.

Ing. Andrej Haring	Č. zakázky	:
	Označení	:
	FIN	:
	Kilometrový stav	:
	Uv. do prov.	:
Číslo zákazníka	Mechanik	:
Tel. (soukromý)	Telefon	:
Tel. (zaměstnání)	Fax	:

TRAILERS,Trailer,bez,0.0,01/1988 -

3581 Wabco, EBS E, Systém řízení brzd

13.4.18 17:06

1. Identifikace

17:08

Popis	Hodnota
DIAGNOSTICKÉ OZNAČENÍ	0B020500 (E2.5/E3)
WABCO REFERENCE	4801020350
ŘÍDICÍ JEDNOTKA, SÉRIOVÉ ČÍSLO	895014832700
MODULÁTOR, SÉRIOVÉ ČÍSLO	000000041476
VÝROBNÍ DATUM	19/03/2012
VERZE SOFTWARE	TE002509
PROVOZNÍ HODINY SYSTÉMU	10944:6 hh:mm
ŘÍDICÍ JEDNOTKA, TYP	STANDARD
ELEKTRONICKÝ ROZŠÍROVACÍ MODUL (ELEX)	NENÍ K DISPOZICI

2. Identifikace

17:08

Popis	Hodnota
DÍLČÍ TRASA	287647,9 km
CELKOVÁ DRÁHA	627707 km

3. Identifikace

17:08

Popis	Hodnota
VOZIDLEM UJETÁ DRÁHA PŘI POSLEDNÍM VYNULOVÁNÍ	0 km
PROVOZNÍ DOBA OD POSLEDNÍHO VYNULOVÁNÍ	10944:6 hh:mm
DRÁHA UJETÁ VOZIDLEM OD POSLEDNÍHO VYNULOVÁNÍ	627707 km
POČET JÍZD (RYCHLOST > 30 KM/H)	5834
ZATÍŽENÍ NA NÁPRAVÁCH, STŘEDNÍ HODNOTA	16751 kg
ZATÍŽENÍ NA NÁPRAVÁCH, STŘEDNÍ HODNOTA (%)	62 %
TLAK V ŘÍZENÍ BRZD, STŘEDNÍ HODNOTA	1,60 bar
FREKVENCE BRZDĚNÍ	42 1/100 km
POČET BRZDĚNÍ	269114
POČET BRZDĚNÍ S NAPÁJENÍM BRZDOVÉHO SVĚTLA	22
POČET BRZDĚNÍ S DRÁHOU BRZDĚNÍ	0
ABS, POČET ZÁSAHŮ	1232

RSS (ROLL STABILITY SUPPORT) - STUPEŇ 1, POČET ZÁSAHŮ	185	
RSS (ROLL STABILITY SUPPORT) - STUPEŇ 2, POČET ZÁSAHŮ	2	
4. Identifikace		
17:08		
Popis	Hodnota	
VOZIDLEM UJETÁ DRÁHA PŘI POSLEDNÍM VYNULOVÁNÍ	0 km	
PROVOZNÍ DOBA OD POSLEDNÍHO VYNULOVÁNÍ	10944:6 hh:mm	
DRÁHA UJETÁ VOZIDLEM OD POSLEDNÍHO VYNULOVÁNÍ	627707 km	
POČET JÍZD (RYCHLOST > 30 KM/H)	5834	
ZATÍŽENÍ NA NÁPRAVÁCH, STŘEDNÍ HODNOTA	16751 kg	
ZATÍŽENÍ NA NÁPRAVÁCH, STŘEDNÍ HODNOTA (%)	62 %	
TLAK V ŘÍZENÍ BRZD, STŘEDNÍ HODNOTA	1,60 bar	
FREKVENCE BRZDĚNÍ	42 1/100 km	
POČET BRZDĚNÍ	269114	
POČET BRZDĚNÍ S NAPÁJENÍM BRZDOVÉHO SVĚTLA	22	
POČET BRZDĚNÍ S DRÁHOU BRZDĚNÍ	0	
ABS, POČET ZÁSAHŮ	1232	
RSS (ROLL STABILITY SUPPORT) - STUPEŇ 1, POČET ZÁSAHŮ	185	
RSS (ROLL STABILITY SUPPORT) - STUPEŇ 2, POČET ZÁSAHŮ	2	
5. Paměť chyb		
17:11		
--	V PAMĚTI ECU NEJSOU ZAZNAMENÁNY CHYBY	--

Obr. 79 Výňatek z diagnostického protokolu návěsu KRONE (zdroj: autor)

Pro potřeby měření byla provedena prohlídka stavu komponentů jednotek kolových brzd a stavu dezénu pneumatik a huštění.

Měření hloubky dezénu bylo prováděno hloubkoměrem (obr. 80). Stav dezénu byl prohlédnut vizuálně. Výsledky měření hloubky dezénu pneumatik tahače a návěsu jsou uvedeny v tab. 19 a 20.

Výsledek prohlídky: Pneumatiky jsou bez mechanického poškození, tlak huštění dle instrukcí výrobce vozidla. Naměřené hodnoty tlaku huštění byly porovnány s hodnotami uvedenými na štítcích. Hloubka dezénu pneumatik měřena na okrajích a ve středu dezénu, v tabulkách je uvedena průměrná naměřená hodnota hloubky dezénu jednotlivých pneumatik.



Obr. 80 Měření hloubky dezénu (zdroj: autor)

Tab. 19 Výsledky měření hloubky dezénu pneumatik tahače (zdroj: autor)

Pneumatika	Výrobce, rozměr	Hloubka dezénu (mm)
Přední náprava vlevo	BRDGESTONE ECOPIA 315/70 R 22.5	11
Přední náprava vpravo	BRDGESTONE ECOPIA 315/70 R 22.5	11
Zadní náprava vlevo vnější	BRDGESTONE ECOPIA 315/70 R 22.5	12
Zadní náprava vlevo vnitřní	BRDGESTONE ECOPIA 315/70 R 22.5	12
Zadní náprava vpravo vnější	BRDGESTONE ECOPIA 315/70 R 22.5	12
Zadní náprava vpravo vnitřní	BRDGESTONE ECOPIA 315/70 R 22.5	12

Tab. 20 Výsledky měření hloubky dezénu pneumatik návěsu (zdroj: autor)

Pneumatika	Výrobce, rozměr	Hloubka dezénu (mm)
1. náprava vlevo	BRDGESTONE R168 385/65 R 22.5	10
1. náprava vpravo	BRDGESTONE R168 385/65 R 22.5	11
2. náprava vlevo	BRDGESTONE R168 385/65 R 22.5	9
2. náprava vpravo	BRDGESTONE R168 385/65 R 22.5	10
3. náprava vlevo	BRDGESTONE R168 385/65 R 22.5	10
3. náprava vpravo	BRDGESTONE R168 385/65 R 22.5	10

Při prohlídce jednotek kolových brzd byla zvolena bezdemontážní prohlídka, která byla pro dané účely zcela postačující.

Postup prohlídky: vizuální prohlídka stavu třmenů se zaměřením na těsnost, koroze, markanty nasvědčující nepohyblivosti třmenů, nesprávné funkce krokového mechanismu, prohlídka stavu brzdových kotoučů, brzdových válců, šroubení, vzduchového potrubí.

Výsledky prohlídky:

Brzdové třmeny tahač, návěs:

Při bezdemontážní prohlídce brzdových třmenů tahače a návěsu byla prohlídka zaměřena na vnější, viditelné markanty, na základě kterých lze nepřímo detekovat případné závady v těsnosti, pohyblivosti brzdových třmenů nebo závad brzdových válců. Toto lze zjistit zejména z prohlídky brzdových třmenů, viditelných částí brzdových desek, prohlídky brzdových válců a jejich pneumatických přípojů. V našem konkrétním případě nebyly zjištěny žádné markanty, které by nasvědčovaly závadám jednotek kolových brzd. Na obr. 81 a 82 je zobrazen stav brzdových třmenů a komponentů jednotek kolových brzd návěsu.



Obr. 81 Pohled na stav brzdového kotouče návěsu (zdroj: autor)



Obr. 82 Pohled na stav brzdového válce a třmenu návěsu (zdroj: autor)

Porovnání specifikace a konfigurací brzdových soustav při jednotlivých měřeních:

V předchozích kapitolách disertační práce jsem při posuzování technického stavu brzdových soustav opakovaně popisoval, že důležitým parametrem, který je posuzován, je technická specifikace a konfigurace brzdové soustavy a také přídatné funkce. Otázku, kterou bych chtěl v závěru této části alespoň částečně zodpovědět, je to, jak tyto parametry analyzovat a jaký mají vliv na brzdění jízdní soupravy.

Při jednotlivých měřeních, které byly pro účely disertační práce prováděny, byly použity jízdní soupravy, kde byla vozidla, tedy tahač a také návěs, shodného typového provedení. Tahače byly typu MAN TGX 18.440 a návěsy typu KRONE SD. V tabulce níže je uveden přehled tahačů a návěsů, použitých při jednotlivých měřeních. V tabulce jsou uvedeny parametry tahačů a návěsů se zaměřením na brzdové systémy a přídatné funkce. Tahače měly brzdové soustavy shodné typové a konfigurační specifikace. Toto je v provozu poměrně běžné. Návěsy měly osazené brzdové soustavy shodné typové specifikace, ale konfigurace a přídatné funkce byly rozdílné.

Porovnání technických specifikací, konfigurací a přídatných funkcí brzdových systémů tažného a přípojného u jednotlivých měření (tab. 21):

Tab. 21 Porovnání technických specifikací, konfigurací a přídatných funkcí brzdových soustav tahače a návěsu (zdroj: autor)

Datum měření	16.01.2017	18.08.2017	14.04.2018
TAŽNÉ VOZIDLO			
Výrobce, typ	MAN TGX 18.440	MAN TGX 18.440	MAN TGX 18.440
Registrační značka	4H9 3893	6H2 9170	5H2 0531
Konfigurace pohonu	4x2	4x2	4x2
Technická specifikace brzdového systému	Elektronický brzdový systém (EBS)	Elektronický brzdový systém (EBS)	Elektronický brzdový systém (EBS)
Konfigurace brzdového systému	4S/4M	4S/4M	4S/4M
Výrobce, typ brzdového systému	KNORR-BREMSE, EBS 5	KNORR-BREMSE, EBS 5	KNORR-BREMSE, EBS 5
Brzdový asistent/nouzové brzdění	ano	ano	ano
Stabilizační systém (ESP)	ne	ne	ne
PŘÍPOJNÉ VOZIDLO			
Výrobce, typ	KRONE SD	KRONE SD	KRONE SD
registrační značka	5H5 2448	5H8 9586	5H0 1747
Technická specifikace brzdového systému	Elektronický brzdový systém (TEBS)	Elektronický brzdový systém (TEBS)	Elektronický brzdový systém (TEBS)
Konfigurace brzdového systému	2S/2M	4S/3M	2S/2M
Výrobce, typ brzdového systému	WABCO, TEBS-E	WABCO, TEBS-E	WABCO, TEBS-E
ISO 7638, 7 pin	ano	ano	ano
Brzdový asistent/nouzové brzdění	ano	ano	ano
Stabilizační systém (RSS)	ano	ano	ano
Přídavné funkce	24V-01, TH, ILS1 ISS1	TH, eTASC, ILS1, ILS2, ALS2, LS1	24V-01, ILS, TH

5 ZÁVĚR

Disertační práce je zaměřena na systémovou analýzu brzdění jízdních souprav. Cílem bylo definovat problémovou situaci, vybrané problémy a aplikací postupů systémové analýzy stanovit metodiku jejich řešení. Tato řešení pak realizovat, vyhodnotit dosažené výsledky a další zjištěné závěry. Vzhledem k rozsahu a zaměření disertační práce byly na základě popisu problémové situace definovány tři problémy. Formulaci problémů předcházejí v práci kapitoly, které se týkají popisu elektronických brzdových soustav užitkových vozidel a také úvod do systémové metodologie a systémového pojetí. Účelem těchto kapitol je poskytnout potřebné informace, které jsou dále použity, což přispívá k praktickému využití disertační práce jako celku.

První problém definuje podstatné vlivy, které ovlivňují brzdění a stabilitu jízdní soupravy. Tyto podstatné vlivy jsou kategorizovány a popsány z hlediska priorit a významu (podstatné

veličiny). Z analýzy prvního problému, z hlediska systémového pojetí, logicky vyplývají další dva problémy, které jsou v disertační práci definovány a řešeny.

Druhý problém se týká kvantifikace vlivu podstatných veličin na brzdění a stabilitu jízdní soupravy. V rámci řešení tohoto problému byla provedena praktická měření, jejichž cílem bylo zjistit a následně analyzovat naměřené hodnoty. Závěry řešení tohoto problému jsou využitelné přímo ve znalecké praxi. I když aplikací systémového pojetí byl problém a jeho řešení dobře definované, což výrazně přispělo k efektivnímu postupu komplexního řešení tohoto problému, vyžádala si praktická realizace měření stanovených veličin a jejich vyhodnocení najít optimální postup samotného měření a také použít vhodné měřící zařízení a jeho osazení na vozidlech jízdní soupravy. Ne všechna měřící zařízení byla vhodná pro řešení problému. Výsledky jednotlivých měření, kde byly zjištěny další sekundární vlivy, jako byl kupříkladu pohyb kabiny, nelze ale považovat za neupotřebitelné, ale naopak to, že bylo možné tyto výsledky považovat za pilotní a definiční. Výsledky dle použitých metod a přístrojů bylo možno vzájemně porovnat a optimalizovat metodiku měření veličin, což lze považovat za pozitivní aspekt disertační práce. Kromě jiného byly také zjištěny technicky použitelné hranice dostupných měřících zařízení a popsány vlivy, které je potřebné zohlednit při jejich použití, což je také důležité pro běžnou znaleckou praxi. Další využití výsledků měření parametrů brzdění jízdní soupravy je podtrženo tím, že aplikací systémového pojetí byly definovány režimy měření, které zohledňují definované okruhy technických stavů brzdových soustav vozidel jízdní soupravy, které připadají do úvahy.

Třetí problém logicky vyplývá z řešení druhého problému a je také definován jako podstatný vliv, který ovlivňuje proces brzdění. Již při řešení prvního problému byl jako jeden z podstatných vlivů definován technický stav brzdových soustav vozidel jízdní soupravy na brzdění a stabilitu. Při řešení druhého problému byla jednotlivá měření parametrů brzdění prováděna také v simulovaných stavech, které definovaly nejčastější okruhy závad brzdových soustav vozidel jízdní soupravy, což přímo souvisí s technickým stavem brzdových soustav tažného a přípojného vozidla jízdní soupravy. Řešení třetího problému tedy logicky souviselo a navazovalo na předchozí problémy, respektive vyplynulo z jejich řešení. Jak je v disertační práci opakovaně zdůrazněno, tak technický stav brzdové soustavy tažného a přípojného vozidla zásadně ovlivňuje brzdění a stabilitu jízdní soupravy jako celku. Tato část disertační práce je poměrně striktně zaměřena na metodiku posouzení technického stavu brzdové soustavy tažného a přípojného vozidla a také na komunikační strukturu těchto soustav. Vzhledem k omezení rozsahu disertační práce byla metodika zjištění a následného posouzení technického stavu brzdových soustav tažného a přípojného vozidla primárně zaměřena na technický stav komponentů těchto soustav, což ovlivňuje soupravu jako celek. Jak je ale uvedeno v popisných částech disertační práce, tak zejména

u vozidel novějších je brzdová soustava stále více začleňována do celkové komunikační struktury elektronicky řízených soustav vozidel, a to jak tažného, tak přípojného. To si ale také vyžaduje rozšíření znaleckého zkoumání na další, související soustavy vozidel. Zjednodušeně řečeno, u vozidel, která mají složitější komunikační strukturu, je potřebné, aby byl zohledněn vliv dalších soustav na funkci brzdových soustav. Jedná se o poměrně rozsáhlou problematiku, kterou nelze v rámci obsahového zaměření disertační práce komplexně řešit. Problematika vlivu závad nebo funkčních režimů dalších elektronicky řízených soustav vozidel může být námětem pro mé další práce.

Disertační práce svým obsahovým zaměřením mohla obsáhnout pouze část dané problematiky. Řešené problémy byly specifikovány tak, aby jejich řešení bylo využitelné i ve znalecké praxi, tedy aplikaci soudního inženýrství a aby zahrnovaly vybranou, nejčastěji se vyskytující problematiku. V rámci tohoto závěrečného hodnocení je možné konstatovat, že disertační práce splnila cíle zadání. Při praktických měřeních byly analyzovány a optimalizovány také postupy měření. Tyto zkušenosti a také poznatky zjištěné při zpracování výsledků měření, jsou pro mě inspirací a námětem pro další výzkum, mají i pedagogický dopad.

Jako témata pro další práce a výzkum v oblasti užitkových vozidel, která můžou navazovat na tuto disertační práci, lze uvést zejména oblast měření parametrů při brzdění jízdních souprav a také další práce, související s metodikou postupu při zjišťování technického stavu užitkových vozidel jako celku. V první oblasti se může jednat kupříkladu o rozšíření měřených parametrů a zkoumání jejich vzájemné závislosti, simulace dalších režimů měření a také rozšíření metod měření, kde se může kupříkladu jednat o aplikaci paralelní diagnostiky při měření parametrů a jejich vzájemné souvislosti při brzdění jízdní soupravy. Druhá oblast, tedy metody a metodiky zjištění technického stavu užitkových vozidel poskytuje z hlediska systémového pojetí skutečně široké spektrum problémů, které je možné v rámci dalších prací řešit. Toto je dáno nejenom technickým vývojem užitkových vozidel, ale také diagnostických zařízení a metod.

Na řešení provedená v rámci této práce lze navázat v budoucnu, výsledky jako celek mají dle mého názoru teoretický, praktický i pedagogický dopad.

6 SEZNAM POUŽITÍCH ZDROJŮ

- [1] DAY A. Braking of road vehicles, UK, Elsevier B.V., 2014, dostupné z: www.sciencedirect.com, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-397314-6.01001-9>
- [2] SUH, M-W, PARK, Y-K, Kwon, S-J. Braking performance simulation for a tractor-semitrailer vehicle with an air brake system. Korea: Sunkiungkwan University, 2012, dostupné z: www.sciencedirect.com
- [3] MÜLLER, M., OSTERMEYER, G.P. A Cellular Automaton model to describe the three - dimensional friction and wear mechanism of brake systems, Germany, Technical University Braunschweig, 2007, dostupné z: www.sciencedirect.com
- [4] XIONG, Y, TUONONEN, A. Rolling deformation of truck tires: Measurement and analysis using a tire sensing approach, Journal of Terramechanics, 2015, dostupné z: www.sciencedirect.com
- [5] PERNESTAL, A., NYBERG, M., WARNQUIST, H., Modeling and inference for troubleshooting with interventions applied to a heavy truck auxiliary braking system, Sweden, Linköping University, 2012, dostupné z: www.sciencedirect.com
- [6] YANG, X-J, KANG, N., LIU, M-X., Yaw stability control for tractor-semitrailer combination based on optimal control allocation method, China, Kunming University of Science and Technology, 2013, dostupné z: www.scopus.com
- [7] ASHBY, R.M., HEYDINGER, G.J., GUENTHER, D.A., Modeling and validation of ABS and RSC control algorithms for a 6x4 tractor and trailer models using SIL simulation, United States, Ohio State University, 2014, dostupné z: www.scopus.com
- [8] LI, C., LI, X.H., ZHOU, W., DAI, W.L., Theoretical research on ideal brake force distribution of tractor-semitrailer cornering braking, Malaysia, ICMSME 2013, 2013, dostupné z: www.scopus.com
- [9] ZHOU, S., ZHANG, S., ZHAO, G., Jackknife control on tractor semi-trailer during emergency braking, Malaysia, ICMSME 2011, 2011, dostupné z: www.scopus.com
- [10] ZHOU, S., ZHANG, S., ZHAO, G., Stability control on tractor semi-trailer during split-mu braking, ICMSME 2011, 2011, dostupné z: www.scopus.com
- [11] JACOB, B., FEYPELL-DE LA BEAUMELLE, V., Improving truck safety: Potential of weigh-in-motion technology, France, Internatopnal Transport Forum 2010, 2010, dostupné z: www.sciencedirect.com

-
- [12] HEISCHLER, H., Air operated power brake equipment and vehicle retarders, UK, Advanced Vehicle Technology (second edition), 2002, dostupné z: www.sciencedirect.com
- [13] NATARAJAN, S.V., SUBRAMANAIAN, S.C., DARBHA, S., A model of the relay valve used in an air brake system, United States, Texas A&M University, 2007, dostupné z: www.sciencedirect.com
- [14] HOOVER, R.L., ZAGORSKI, S.B., VAN BUSKIRK, T., Air disc and S-Cam brake stopping performance comparison for Class 8 tractor and trailer combinations, United States, Commercial Vehicle Engineering Congress and Exhibition; 2005, dostupné z: www.scopus.com
- [15] CLANCY, S., Banging the drum, UK, Commercial Motor, 2002, dostupné z: www.scopus.com
- [16] DUNN, A.L., HEYDINGER, G.J., RIZZONI, G., GUENTHER, D.A., New model for simulating the dynamics of pneumatic heavy truck brakes with integrated anti-lock control, United States, Ohio State University, 2002
- [17] MARION G. POTTINGER, JAMES E. McINTVRE, Truck Tire Force and Moment in Cornering – Braking – Driving on Ice, Snow, and Dry Surfaces, Society of Automotive industry, 2000, dostupné z: www.scopus.com
- [18] DANIEL D. FILIATRAULT, PERET J. COOPER, YVONNE Y. ZHENG, The Effect of Tire Rolling Radius on Pedal Force Gain and Rollover Propensity of a Light-Duty Truck, International Truck and Bus Meeting and Exhibition, November 2002, dostupné z: www.scopus.com
- [19] ASHLEY L. DUNN, GARRY J. HEYDINGER, GIORGIO ROZZONI, DENNIS A. GUENTHER, New Model for Simulating the Dynamics of Pneumatic Heavy Truck Brakes with Integrated Anti-Lock, SAE World Congress Detroit, Michigan, USA, March 2003, dostupné z: www.scopus.com
- [20] ASHLEY L. DUNN, GARRY J. HEYDINGER, GIORGIO ROZZONI, DENNIS A. GUENTHER, In-Depth Analysis of the Influence of High Torque Brakes on the Jackknife Stability of Heavy Trucks, SAE International Meeting and Exhibition, Texas, USA, 2003, dostupné z: www.scopus.com
- [21] ASHLEY L. DUNN, RICHARD L. HOOYER, SCOTT B. ZAGORSKI, The Effects of Foundation Brake Configuration on Class-8 Tractor Dry Stopping Performance, Commercial Vehicle Engineering Congress and Exhibition, Rosemount, Illinois USA, October 2004, dostupné z: www.scopus.com
- [22] HARALDO REHDER, GUSTAVO P. REHDER, Energy efficiency and truck fuel measurements performed with an electromagnetic brake towing trailer using a reproducible testing program simulating sloped roads at speeds up to 80 km/h, Congresso SAE Brasil, 2018, dostupné z: www.scopus.com

- [23] C. BEYER, H. SCHRAMM, J. WREDE, ROBERT BOSCH GMBH, Electronic Braking System EBS – Status and Advanced Functions, Truck and Bus Meeting, Indiana, USA, November 1998, dostupné z: www.scopus.com
- [24] TERRY D. DAY, Electronic Braking System EBS – Status and Advanced Functions, SAE International, 2018, dostupné z: www.scopus.com
- [25] YONGBING XU, BINUI MEI, LONGJIE XIAO, WANYANG XIA, GANGFENG TAN WUHAN, Combined Hill Descent Braking Strategy for Heavy Truck in the Featured-Slope, SAU International, September 2017, dostupné z: www.scopus.com
- [26] ASHLEY L. DUNN, DENNIS A. GUENTHER, GYRRY J. HEYDINGER, , Adaptation of TruckSim Models to Simulate Experimental Heavy Truck Hard Braking Test Data Under Various Levels of Brake Disablement, SAE INTERNATIONAL May 2010, dostupné z: www.scopus.com
- [27] SHUEWEN ZHOU, SIQI ZHANG, Lateral Stability Control on Tractor Semi-trailer Based on Anti-jackknife Apparatus, ITEC Asia-Pacific, 2014, dostupné z: www.scopus.com
- [28] M. KAMEL SALAANI, SUGHOSH RAO, JOSHUA L. EVERY, Hardware-in-the-Loop Pneumatic Braking System for Heavy Truck Testing of Advanced Electronic Safety Interventions, SAE International, May 2016, dostupné z: www.scopus.com
- [29] SHAOYUN SUN, GENGHUA LIAO, QIANG FU, KELONG LU, JING ZHAO, ZHENGZHENG LI, JIAQUAN CHEN, GUANG SHI, A Coupled Approach to Truck Drum Brake Cooling, SAE International, January 2015, dostupné z: www.scopus.com
- [30] ASHLEY L. DUNN, BRIAN BOGGESS, NICHOLAS EISELSTEIN, MICHAEL DOROHOFF, HAROLD RALSTON, The Effect of Application Air Pressure on Brake Stroke Measurements from 70 to 125 psi, SAE International, September 2015, dostupné z: www.scopus.com
- [31] JOHN WOODROOFFE, DANIEL BLOWER, CAROL A.C. FLANNANGAN, SCOTT E. BOGARD, PAUL A. GREEN, SHAN BAO, Automated Control and Brake Strategies for Future Crash Avoidance Systems – Potential Benefits, University of Michigan, SAE International September 2013, dostupné z: www.scopus.com
- [32] GEORGE BAILEY, THOMAS REINHART, Compression Brake Noise with DRP and SCR, SAE International, May 2013, dostupné z: www.scopus.com
- [33] WADE D. BARTLETT, Calculation of Deceleration Rates for S-Cam Air-Braked Heavy Trucks Equipped with Anti-Lock Brake Systems, SAE Technical paper series, January 2007, dostupné z: www.scopus.com

-
- [34] SHUAWEN ZHOU, SIQI ZHANG, Study on Tractor Semi-Trailer Roll Stability Control, Mechanical engineering Journal, 2014, dostupné z: www.scopus.com
- [35] ALBERT LUTZ, BERNHARD SCHICK, HENNING HOLZMANN, MICHAEL KOCHEM, HARALD MEYER-TUVE, OLAV LANGE, YIQIN MAO, GUIDO TOSULIN, Simulation methods supporting homologation of Electronic Stability Control in vehicle variants, Vehicle System dynamics, International Journal of Vehicle Mechanics and Mobility, 2017, dostupné z: www.scopus.com
- [36] SCOTT B. ZAGORSKI, ASHLEY L. DUNN, Braking of Commercial Vehicles Equipped with Air-Disc Brakes from High Speed-Effects on Stopping distance, SAE World Congress, Detroit, Michigan, USA, April 2005, dostupné z: www.scopus.com
- [37] JILIN DAXUE XUEBAO, Braking stability of tractor-semitrailer based on gear-shifting strategy of hydraulic retarder, Engineering and technology Edition, Journal of Jilin University, November 2017, dostupné z: www.scopus.com
- [38] ZHENG H., LIU C., WANG L., A Braking Force Distribution Strategy in Integrated Braking System Based on Wear Control and Hitch Force Control, SAE World Congress Experience, SAE Technical paper, USA April 2018, dostupné z: www.scopus.com
- [39] ZHU B., FENG Y., ZHAO J., WU J., WANG P.-F., WANG C., Design and analysis of braking hysteresis compensation system for commercial tractor-semitrailer, Engineering and technology Edition, Journal of Jilin University, September 2017, dostupné z: www.scopus.com
- [40] NEGELBRECHT J.J., MARTIN T.R., GULVE P.M., CHANDRASHEKAR N., DWIVEDI A., TKACIK P.T., MERRILL Z., Heavy Truck Trailer Skid Wear as a Function of ABS Brake Configuration, SAE Technical Papers, April 2017, dostupné z: www.scopus.com
- [41] ZHENG H., HU J., MA S., Research On Simulation And Control Of Differential Braking Stability Of Tractor Semi-trailer, Commercial Vehicle Engineering Congress, COMVEC 2015, USA, October 2015
- [42] LI C., LI X., ZHANG H., ZHOU W., A study on the test methods of cornering braking for tractor semi-trailer combination, AUTOMOTIVE ENGINEERING, July 2015, dostupné z: www.scopus.com
- [43] LI B., RAKHEJA S., Jackknifing Prevention of Tractor-semitrailer Combination Using Active Braking Control, Commercial Vehicle Engineering Congress, COMVEC 2015, USA, October 2015
- [44] RICHARD ROEBUCK, ANDREW ODHAMS, KRISTOFFER TAGESSON, CAIZHEN CHENG, DAVID CEBON, Implementation of Trailer Steering Control on a Multi-Unit Vehicle at High Speeds, Research Papers, October 2013, dostupné z: www.scopus.com

- [45] WANG L., ZHENG H., A slip-rate-based braking force distribution algorithm for the electronic braking system of combination vehicle, Commercial Vehicle Engineering Congress, COMVEC 2014, USA, October 2014, dostupné z: www.scopus.com
- [46] RAO S.Y., JEONG J., ASHBY R.M., HEYDINGER G.J., GUENTHER D.A., Modeling of validation of ABS and RSC control algorithms for a 6x4 tractor and trailer models using SIL simulation, World Congress and Exhibition, Detroit, USA, April 2014, dostupné z: www.scopus.com
- [47] WOODROOFFE J., BLOWER D., FLANNAGAN C.A.C., BOGARD S.E., BAO S., Automated control and brake strategies for future crash avoidance systems – Potential Benefits, Commercial Vehicle Engineering Congress, COMVEC 2013, USA, October 2013, dostupné z: www.scopus.com
- [48] YANG X., KANG N., LIU M.-X., ZHOU P., RONG J.-X., Yaw stability control for tractor-semitrailer combination based on optimal control allocation method, China Journal of Highway and Transport, November 2013, dostupné z www.scopus.com
- [49] KAMINSKI Z., Experimental and numerical studies of mechanical subsystem for simulation of agricultural trailer air braking systems, International Journal of Heavy Vehicle Systems, 2013, dostupné z: www.scopus.com
- [50] TAMADDONI S.H., TAHERI S., Yaw stability control of tractor semi-trailers, SAE International 2008, dostupné z: www.scopus.com
- [51] SHURTZ M.L., HEYDINGER G.J., GEUNTER D.A., ZAGORSKI S.B., Effects of ABS controller parameters on heavy truck model braking performance, SAE International 2006, Conference Paper, dostupné z: www.scopus.com
- [52] SEMELA, M. Systémové pojetí analýzy silničních nehod, Brno 2018
- [53] KLEDUS R., Systémové pojetí oceňování majetku, Brno 2005
- [54] BOSCH, BOSCH KTS TRUCK ESI TRONIC, Technická dokumentace, dostupné z: www.bosch.com
- [55] WABCO, EBS - Electronically Controlled Brake System - TRUCK, školící dokumentace, Germany, 2007
- [56] WABCO, EBS 3 - Electronically Controlled Brake System - TRUCK, školící dokumentace, Germany, 2014
- [57] WABCO, EBS D - Electronically Controlled Brake System – TRAILER, školící dokumentace, Germany, 2006

-
- [58] WABCO, EBS E - Electronically Controlled Brake System – TRAILER, školící dokumentace, Germany, 2010
- [59] KNORR-BREMSE, Nutzfahrzeug – Bremssysteme, školící dokumentace, Germany, 2006
- [60] KNORR-BREMSE, TRUCK EBS, školící dokumentace, Germany, 2004
- [61] KNORR-BREMSE, TRAILER - Bremssysteme, školící dokumentace, Germany, 2004
- [62] KNORR-BREMSE, Training TEBS&RSP, školící dokumentace, Germany, 2006
- [63] HARING, A., Brzdové systémy užitkových vozidel I, ČR, AUTOEXPERT, 2011
- [64] HARING, A., Brzdové systémy užitkových vozidel II, ČR, AUTOEXPERT, 2011
- [65] HARING, A., Brzdové systémy užitkových vozidel III, ČR, AUTOEXPERT, 2011
- [66] HARING, A., Brzdové systémy užitkových vozidel IV, ČR, AUTOEXPERT, 2012
- [67] HARING, A., Multifunkční diagnostika pro užitková vozidla, ČR, AUTOEXPERT, 2012
- [68] HARING, A., Školící dokumentace – brzdové systémy užitkových vozidel
- [69] POLICIE ČR., Přehled nehodovosti za rok 2014 až 2018, Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky, 2014 - 2018, dostupné z: www.policie.cz
- [70] Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství - Znalecký standard č. V – Zjišťování a posuzování technického stavu vozidel pro technickou analýzu průběhu a příčin silničních dopravních nehod. Znalecký standard byl schválen ministerstvem spravedlnosti ČR dne 24.9.1992.
- [71] Předpis EHK č.- 13 – Dohoda o přijetí jednotných technických pravidel pro kolová vozidla, zařízení a části, které se mohou montovat a/nebo užívat na kolových vozidlech a o podmínkách pro vzájemné uznávání schválení, udělených na základě těchto pravidel, původní předpis sjednán v Ženevě dne 20.března 1958.
- [72] Vyhláška č. 341/2014 Sb, Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích
- [73] Osvědčení o evidenci vozidla, část II (velký technický průkaz) jednotlivých vozidel jízdních souprav použitých pro měření

7 PUBLIKAČNÍ A DALŠÍ ODBORNÁ ČINNOST AUTORA

2021

Publikace článku: HARING. A: SOUDNÍ INŽENÝRSTVÍ 2/20121, Analýza brzdění jízdní soupravy v různých provozních režimech, Brno, ISSN 1211-443X,

Konference: WMCAUS 2021, PRAHA srpen 2021, Alingment of braking performance for truck and trailer as an important factor in road construction,

Publikace článku: Alingment of braking performance for truck and trailer as an important factor in road construction, acceptance letter

2020

Konference ExFoS, ÚSI VUT Brno, leden 2020, příspěvek: MANIPULACE S TACHOGRAFY, VLIV NA NĚKTERÉ SYSTÉMY NÁKLADNÍCH VOZIDEL

2019

58. Konference se zaměřením na praktickou metrologii, České kalibrační sdružení, květen 2019, Lísek u Bystrice nad Perštejnem, příspěvek: Manipulace s tachografy, vliv na některé systémy nákladních vozidel

HARING, A., Manipulace s tachografy, vliv na některé systémy nákladních vozidel, časopis METROLOGIE 4/2019, Praha, ISSN 1210-3543

Konference DEN AUTODIAGNOSTIKY 2019, listopad 2019, Přerov, příspěvek: PROBLEMATIKA DIAGNOSTIKY NÁKLADNÍCH VOZIDEL EURO 6

2018

Konference ExFoS, ÚSI VUT Brno, únor 2018, příspěvek: TECHNICKÝ STAV UŽITKOVÝCH VOZIDEL, VYUŽITÍ DIAGNOSTICKÝCH VÝSTUPŮ MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA „FORÉZNA ČINNOSŤ V CESTNEJ DOPRAVE“ – ÚSI ŽU ŽILINA, březen 2018, příspěvek: DRUHY A MOŽNOSTI VYUŽITIA SÉRIOVÝCH DIAGNOSTICKÝCH SYSTÉMOV PRE ČINNOSŤ TECHNICKÉHO ZNALCA

HARING, A., KUBJATKO, T., KORBEL, T.,: Forensic methods of detecting manipulation with tachograph equipment, ÚSI ŽU ŽILINA, březen 2018

Konference DEN AUTODIAGNOSTIKY 2018, listopad 2018, Přerov, příspěvek: SÉRIOVÁ
DIAGNOSTIKA NÁKLADNÍCH VOZIDEL

2017

Konference ExFoS, ÚSI VUT Brno, leden 2017, příspěvek: SYSTÉMOVÁ ANALÝZA
BRZDĚNÍ JÍZDNÍCH SOUPRAV UŽITKOVÝCH VOZIDEL

MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA „FORÉZNA ČINNOSŤ V CESTNEJ
DOPRAVE“- ÚSI ŽU ŽILINA, duben 2017, příspěvek: BRZDENIE JAZDNÝCH SÚPRAV
ZA ZHORŠENÝCH ADHÉZNYCH PODMIENOK

Konference DEN AUTODIAGNOSTIKY 2017, prosinec 2018, Přerov, příspěvek: SÉRIOVÁ
DIAGNOSTIKA SYSTÉMŮ NÁKLADNÍCH VOZIDEL

Přednášky v předmětu „Diagnostika a opravárenstvo“ UNIZA ŽILINA, externí lektor

2016

Konference ExFoS, ÚSI VUT Brno, leden 2016, příspěvek: PROBLEMATIKA EURO 6 U
NÁKLADNÍCH VOZIDEL

16.WORKSHOP ZNALCOV Z ODBORU CESTNÁ DOPRAVA, Starý Smokovec, duben
2016, příspěvek. PŘÍPADOVÉ STUDIE - TECHNICKÝ STAV UŽITKOVÝCH VOZIDEL

Konference DEN AUTODIAGNOSTIKY 2016, listopad 2016, Přerov, příspěvek: SÉRIOVÁ
DIAGNOSTIKA NÁKLADNÍCH VOZIDEL

Přednášky v předmětu „Diagnostika a opravárenstvo“ UNIZA ŽILINA, externí lektor

Další konference:

Konference JUNIORSTAV, ÚSI VUT Brno 2015, příspěvek: Technický stav nákladních
vozidel jako příčina dopravní nehody

Konference ExFoS, ÚSI VUT Brno, leden 2014, příspěvek: POSOUZENÍ TECHNICKÉHO
STAVU JÍZDNÍ SOUPRAVY

Konference ExFoS, ÚSI VUT Brno, leden 2013, příspěvek: BRZDĚNÍ JÍZDNÍCH
SOUPRAV

Od roku 2004 účast na konferencích „WORKSHOP ZNALCOV Z ODBORU CESTNÁ
DOPRAVA“ organizované Asociácia znalcov cestnej dopravy SR

Další publikace:

HARING, A., Brzdové systémy užitkových vozidel I, ČR, AUTOEXPERT, 2011

HARING, A., Brzdové systémy užitkových vozidel II, ČR, AUTOEXPERT, 2011
HARING, A., Brzdové systémy užitkových vozidel III, ČR, AUTOEXPERT, 2011
HARING, A., Brzdové systémy užitkových vozidel IV, ČR, AUTOEXPERT, 2012
HARING, A., Multifunkční diagnostika pro užitková vozidla, ČR, AUTOEXPERT, 2012
HARING, A., Multifunkční diagnostické systémy pro užitková vozidla, ČR
TRUCK&BUSINES, 2012
HARING, A., Technický stav nákladních vozidel jako příčina dopravní nehody,
JUNIORSTAV, 2015
HARING, A., Posouzení technického stavu jízdní soupravy, ExFos, 2014
HARING, A., Brzdění jízdních souprav, ExFos, 2013

Další činnost:

Další příspěvky na konferencích soudních znalců SR organizovaných Asociáciou znalcov SR a ÚSI Žilina od roku 2004

Lektorská činnost – školení systémů užitkových vozidel a diagnostických systémů – od roku 2003

Externí lektor a konzultant pro BOSCH - školení systémů užitkových vozidel a multiznačkového diagnostického systému BOSCH KTS TRUCK – od roku 2010

Lektor mezinárodního konceptu servisních center ALL TRUCK (BOSCH, KNORR-BREMSE, ZF) od roku 2016

Externí lektor pro TROST, EUROPART, INTERCARS SR, INTERCARS ČR, WINKLER ČR, WNKLER SR AD PARTNER, VW AUTODÍLY, ELIT, EMT, AUTO KELLY, EUROMASTER - školení systémů osobních a užitkových vozidel a multiznačkových diagnostických systémů

8 CURRICULUM VITAE

ANDREJ HARING



Základní informace

-  Strakonická 122, Liberec, 460 08, ČR
 18. ledna 1967, Piešťany
 (+420) 725 703 710
 andrej.haring@truckconsult.cz

Vzdělání a akademická kvalifikace

- 2012/2013 **Vysoké učení technické: Ústav soudního inženýrství**
obor: Soudní inženýrství: doktorské studium
- 1998 – 2000 **Žilinská univerzita: Ústav súdneho inžinierstva**
obor: Doprava cestná, *postgraduální studium*
- 1985 - 1990 **Slovenská vysoká škola technická v Bratislavě: Fakulta strojná, katedra spalovacích motorů a lodí**
obor: Konstrukce motorových vozidel: *titul Ing.*
- 1981 - 1985 **Střední průmyslová škola strojní v Novém Měste nad Váhem**
obor: Stabva přístrojů a strojů: *středoškolské vzdělání*

Doplňkové vzdělání a kurzy

- 2011 **Právní minimum:** Doplňující studium

Pracovní zkušenosti

- 02/2009 do současnosti **TRUCK CONSULT**
Lektorská a znalecká činnost
- 2008 - 2009 **FRUEHAUF Central Europe s.r.o.**
Obchodní ředitel pro ČR a SR, technická podpora trhu
- 2003 - 2008 **KNORR-BREMSE s.r.o., Hejnice**
Technická podpora prodeje pro ŠR a SR
- 2000 - 2003 **VOLKE s.r.o Mladá Boleslav**
Konstruktér v oblasti automotive
- 1991 – 2000 **Policie SR, odbor dopravy**
Dopravní inženýr, ředitel odboru
- 1990 - 1991 **ČSAO – Autoservis Piešťany**
Vedoucí servisu

Odborné stáže a praxe

2010

WABCOWÜRTH, Künzelsau, Německo

Odborná stáž – multiznačková diagnostická zařízení – koncepce, metodiky měření, praktická měření, legislativní požadavky

2013, 2015

FRUEHAUF Auxeree, Francie

Odborná stáž – konstrukce přípojných vozidel, zkoušky dle předpisů EHK, homologace