

ANALÝZA PRÍČIN STRATY SMEROVEJ STABILITY JAZDNEJ SÚPRAVY

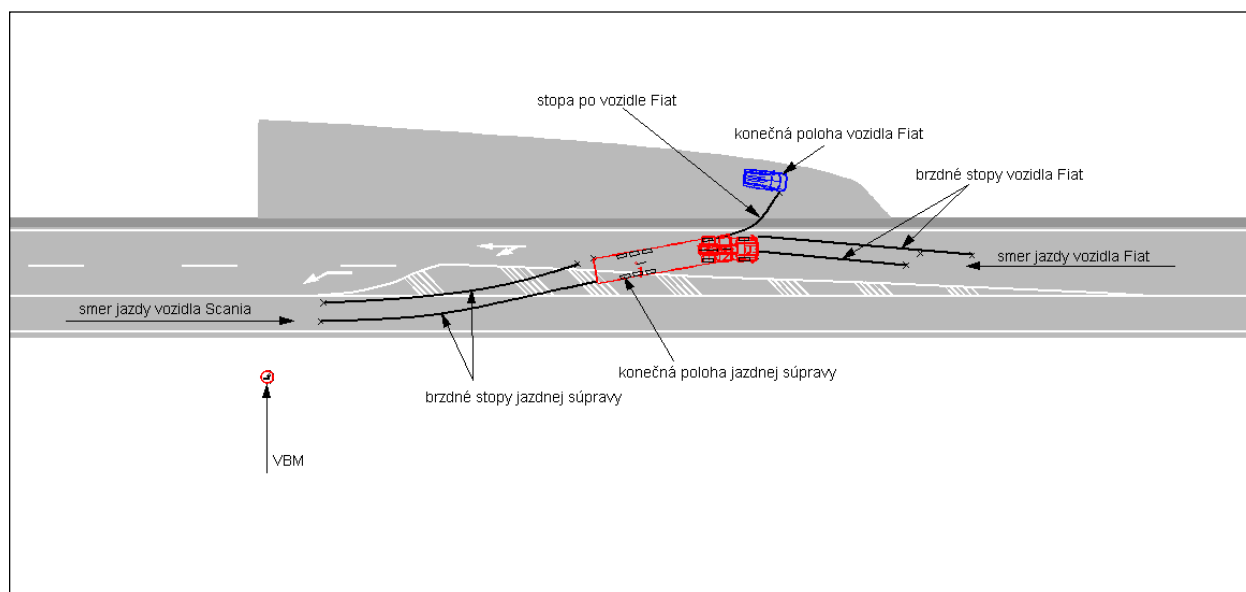
Pavol Kohút³⁶

Abstrakt

Príspevok je venovaný problematike riešenej dopravnej nehody pri ktorej došlo k prejazdu intenzívne brzdenej jazdnej súpravy do protismerného jazdného pruhu, kde došlo k zrážke s protiúdcim vozidlom. Cieľom príspevku bolo zistiť príčiny straty smerovej stability plne naloženej jazdnej súpravy a poukázať na diagnostické postupy, ktoré môžu viesť k naplneniu stanoveného cieľa.

POPIS DOPRAVNEJ NEHODY

V predmetnom príspevku bola riešená problematika straty smerovej stability jazdnej súpravy pri intenzívnom brzdení. Jednalo sa o dopravnú nehodu pri ktorej jazdná súprava prešla do protismeru, kde došlo k zrážke s protiúdcim vozidlom. Úlohou bolo zistiť, či príčinou prejazdu jazdnej súpravy do protismerného jazdného pruhu bola nesprávna technika jazdy vodiča, alebo prípadná technická závada. Plánok miesta predmetnej dopravnej nehody je uvedený na obr. č. 1.



Obr. č. 1 – Plánok miesta dopravnej nehody

Poškodenie ťažného vozidla Scania je zobrazené na nasledovných fotografiách.

³⁶ Pavol Kohút, Ing. Ph.D., Ústav súdneho inžinierstva, Žilinská univerzita, pavol.kohut@usi.sk



Foto č. 1 – Poškodenie vozidla Scania



Foto č. 2 – Poškodenie vozidla Scania

Poškodenie vozidla Fiat je zobrazené na nasledovných fotografiách.



Foto č. 3 – Poškodenie vozidla Fiat



Foto č. 4 – Poškodenie vozidla Fiat

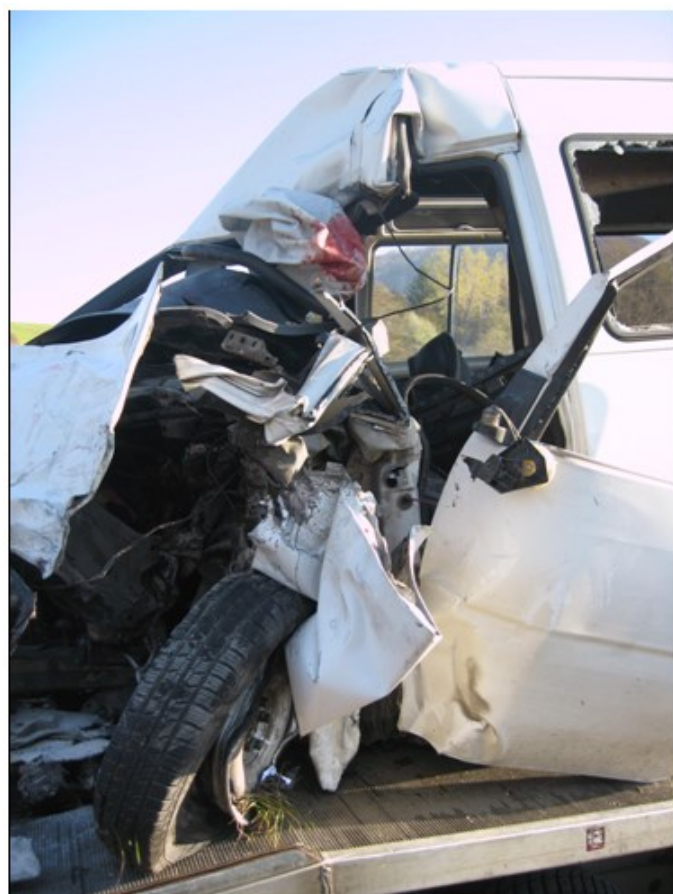


Foto č. 5 – Poškodenie vozidla Fiat

Miesto zrážky vozidiel Scania a Fiat je možné vyhodnotiť na základe drecej stopy na vozovke, ktorá vznikla pri predmetnej zrážke. Na nasledovnej fotografii je zobrazená predmetná drečia stopa.

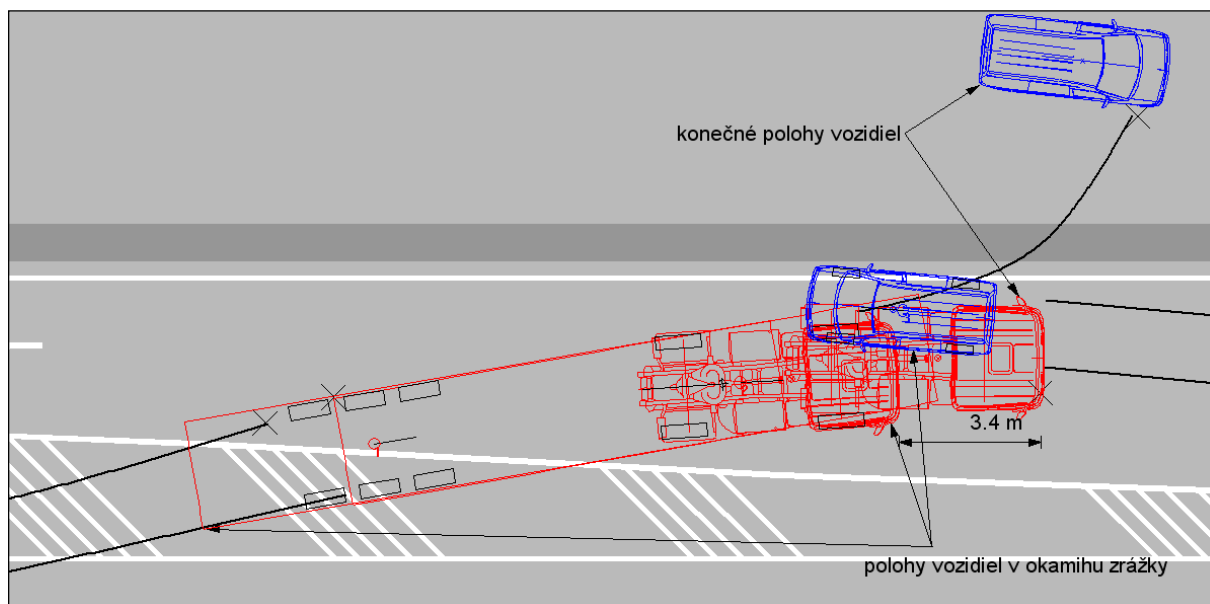


Foto č. 6 – Drecia stopa po zrážke vozidiel Scania a Fiat



Foto č. 7 – Drecia stopa po zrážke vozidiel Scania a Fiat

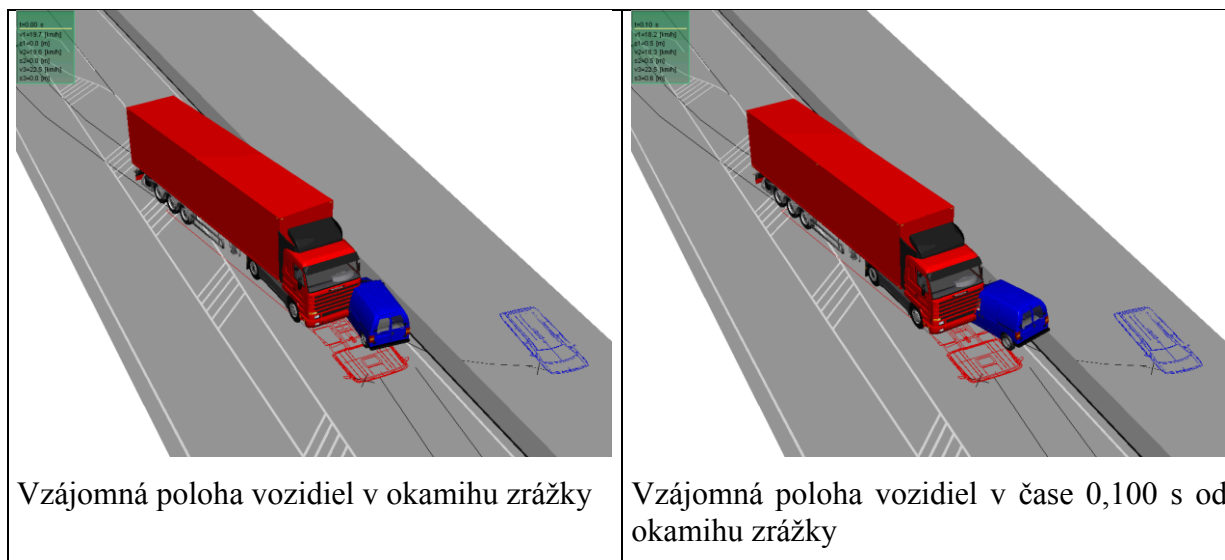
Poloha vozidiel v čase zrážky vyhodnotená uvedeným spôsobom je zobrazená na obrázku č. 2.

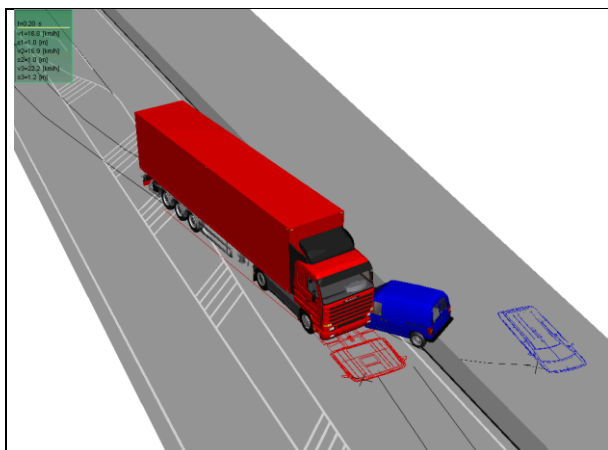


Obr. 2 – Poloha miesta zrážky

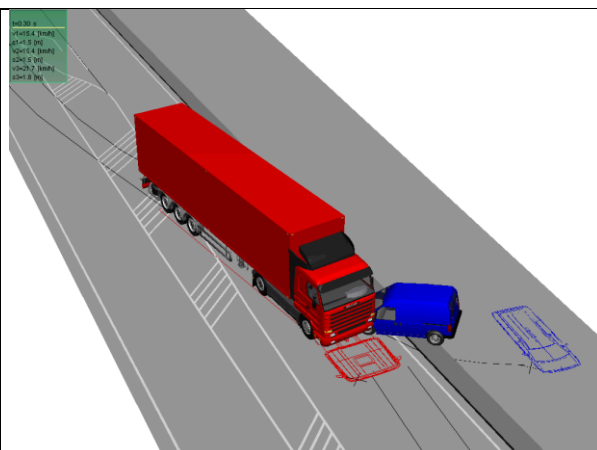
POHYB VOZIDIEL PO ZRÁŽKE

Na základe vypočítaného rázu vozidiel bol vykonaný výpočet pohybu vozidiel od okamihu zrážky až po zastavenie v konečných polohách. Trojdimenzionálne znázornenie pohybu vozidiel Scania a Fiat od okamihu zrážky vozidiel, po okamih zastavenia týchto vozidiel v konečných polohách je zobrazené na nasledovných obrázkoch.

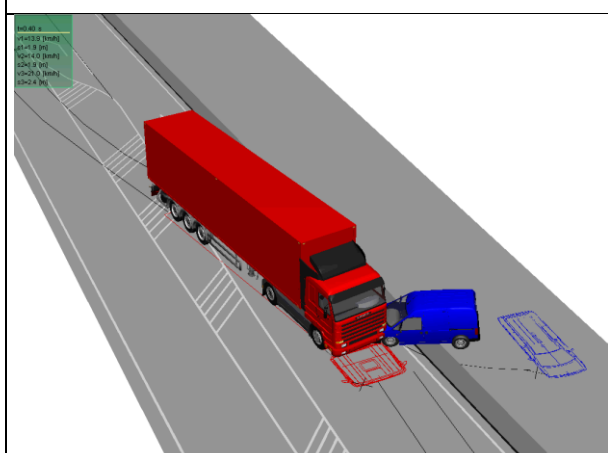




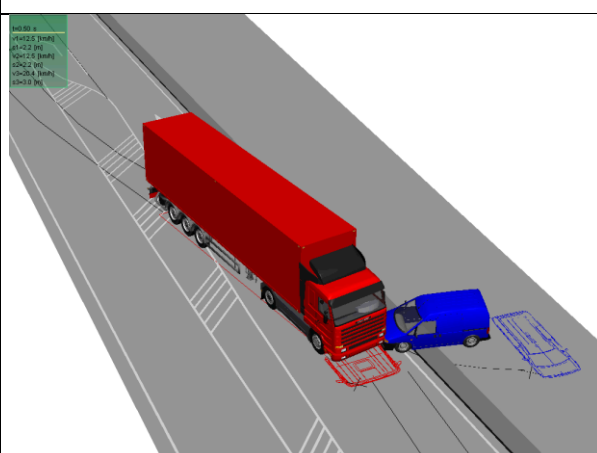
Vzájomná poloha vozidiel v čase 0,200 s od okamihu zrážky



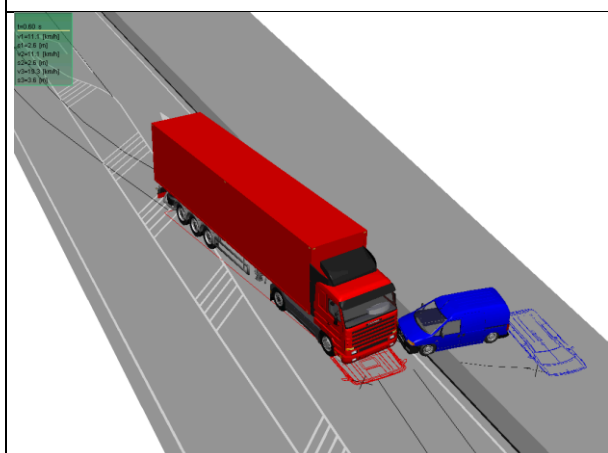
Vzájomná poloha vozidiel v čase 0,300 s od okamihu zrážky



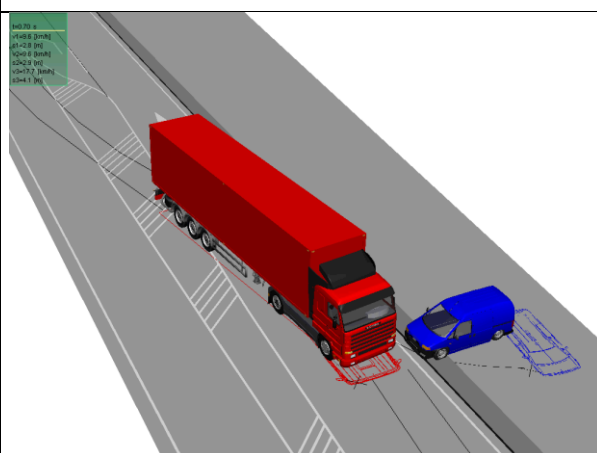
Vzájomná poloha vozidiel v čase 0,400 s od okamihu zrážky



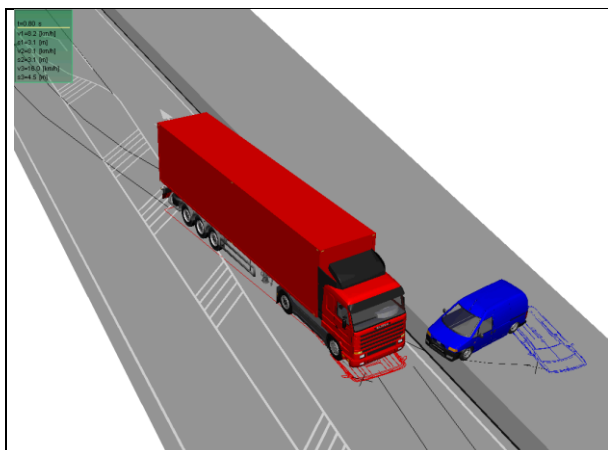
Vzájomná poloha vozidiel v čase 0,500 s od okamihu zrážky



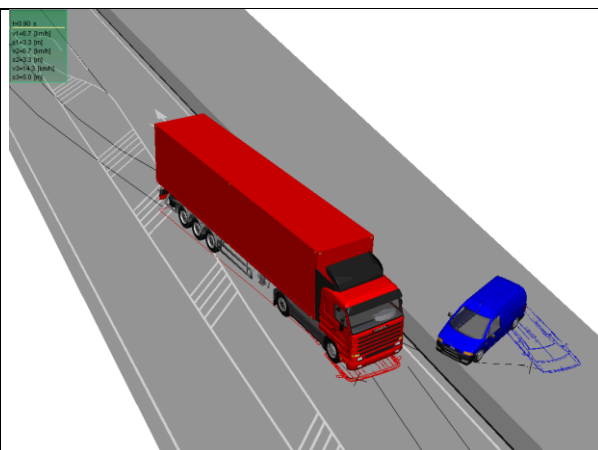
Vzájomná poloha vozidiel v čase 0,600 s od okamihu zrážky



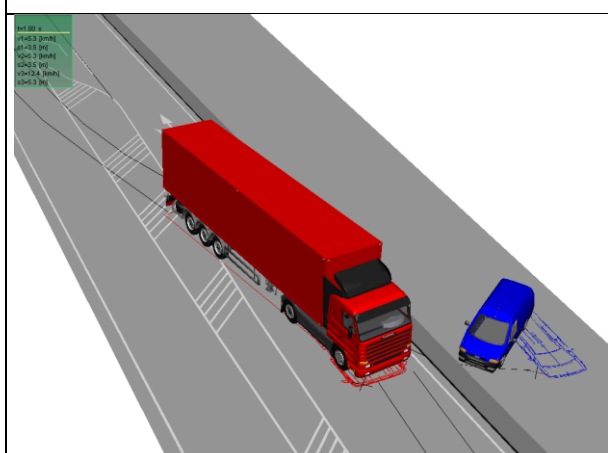
Vzájomná poloha vozidiel v čase 0,700 s od okamihu zrážky



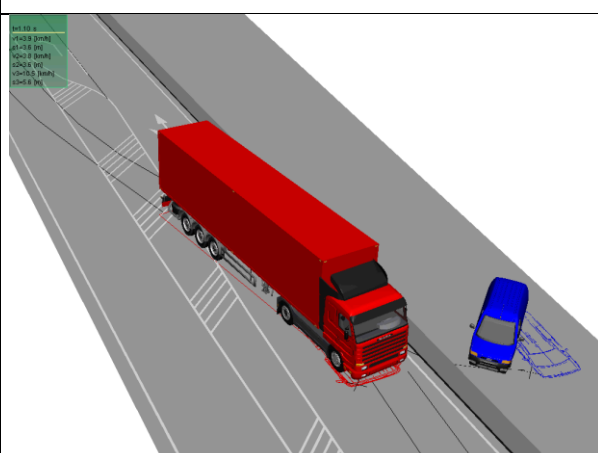
Vzájomná poloha vozidiel v čase 0,800 s od okamihu zrážky



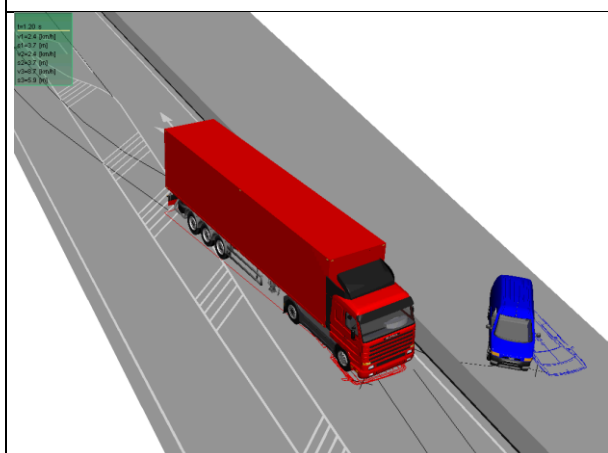
Vzájomná poloha vozidiel v čase 0,900 s od okamihu zrážky



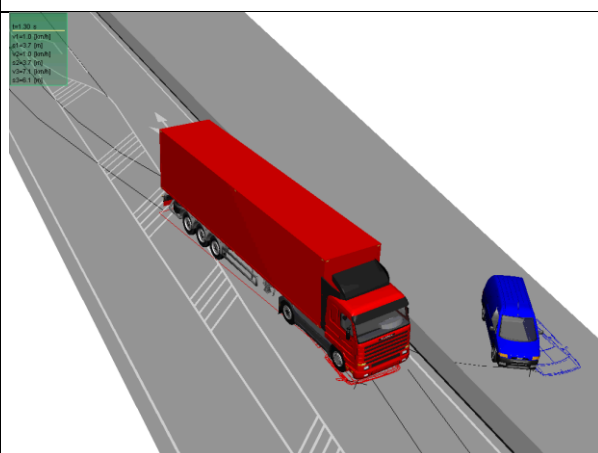
Vzájomná poloha vozidiel v čase 1,000 s od okamihu zrážky



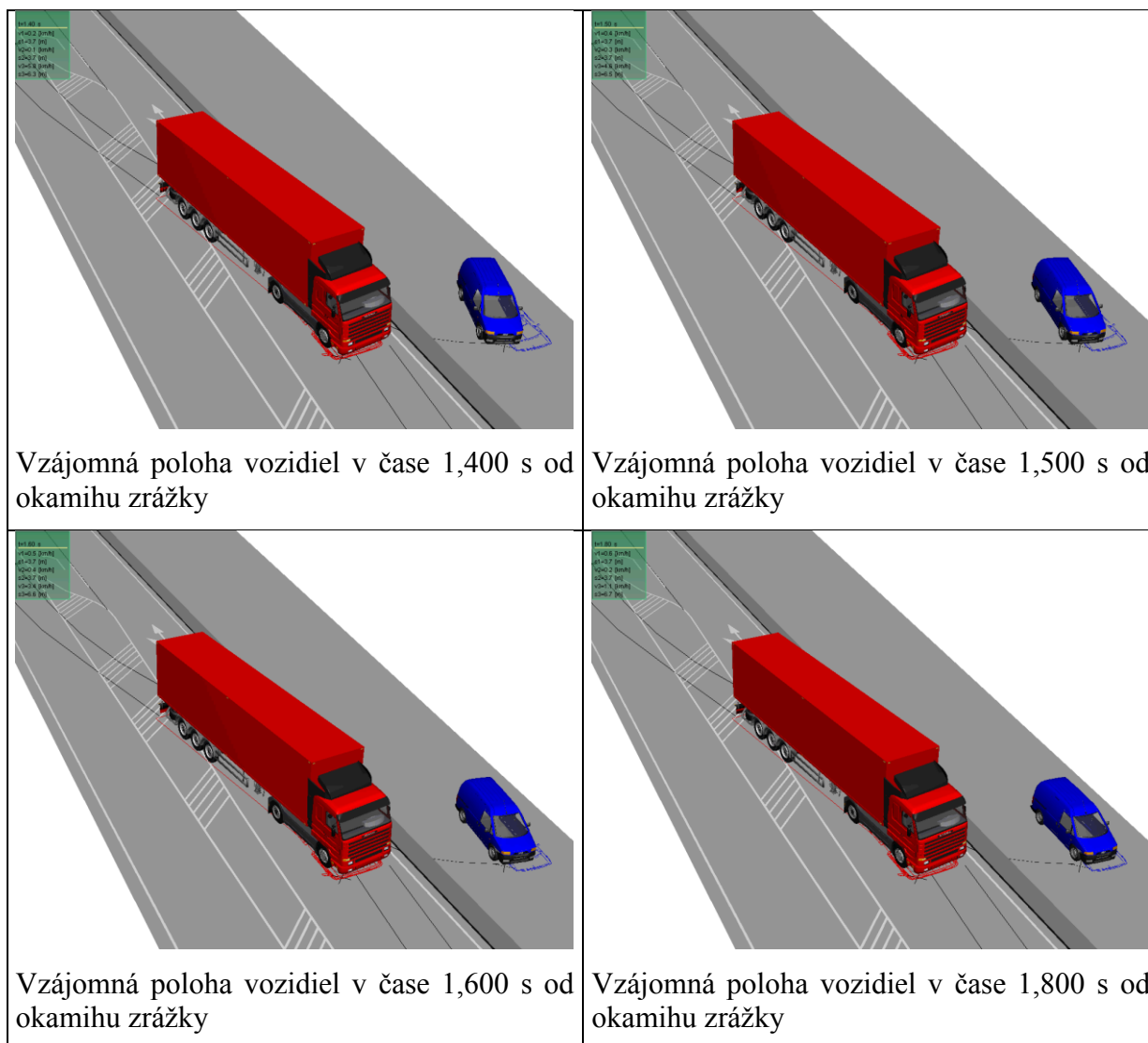
Vzájomná poloha vozidiel v čase 1,100 s od okamihu zrážky



Vzájomná poloha vozidiel v čase 1,200 s od okamihu zrážky



Vzájomná poloha vozidiel v čase 1,300 s od okamihu zrážky



ANALÝZA POSÚDENIA PRÍČIN STRATY SMEROVEJ STABILITY

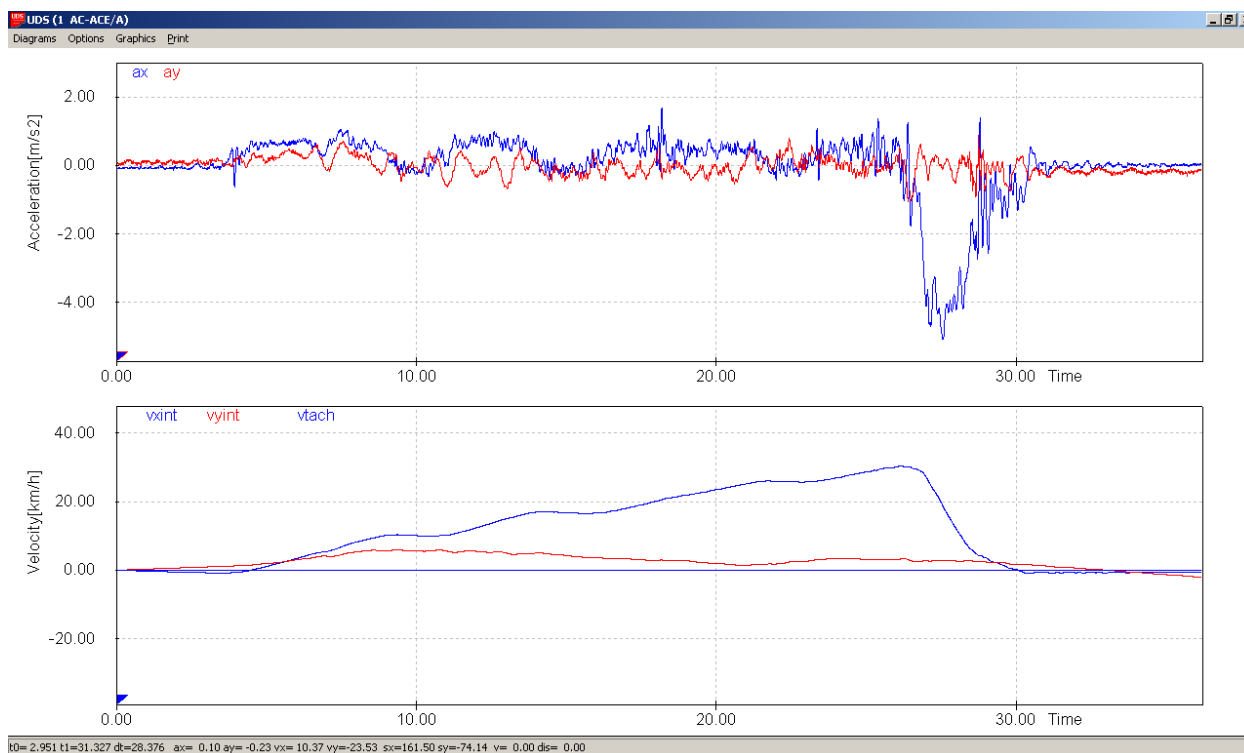
Za účelom posúdenia príčin straty smerovej stability jazdnej súpravy bola v deň dopravnej nehody (po odstránení netesností vzduchovej sústavy na ťažnom vozidle Scania) vykonaná jazdno-brzdňá skúška s predmetnou jazdnou súpravou. Skúška bola vykonaná s jazdnou súpravou v stave ako pri dopravnej nehode (ťažné vozidlo Scania a náves ASCO naložený drevom).

Pri dopravnej nehode vznikli v oblasti nárazu vozidla Fiat do vozidla Scania netesnosti brzdového systému vozidla Scania. Netesnosti boli odstránené v spoločnosti XY v deň dopravnej nehody. Jednalo sa o netesnosť vysúšača vzduchu – v jeho oblasti bola viditeľná deformácia, pričom cez dosadaciu plochu unikal vzduch. Vysúšač bol vymenený (viď nasledovné foto).



Foto č. 8 – Pohľad na vysúšač vzduchu

Jazdno-brzdňá skúška č. 1 bola vykonaná takým spôsobom, že bol vykonaný rozjazd na rýchlosť cca 30 km/h a následne bolo s jazdnou súpravou intenzívne brzdené. Priebeh pozdĺžneho a priečneho spomalenia a pozdĺžnej a priečnej rýchlosti počas tejto jazdnej skúšky je zobrazený na nasledovnom grafe.

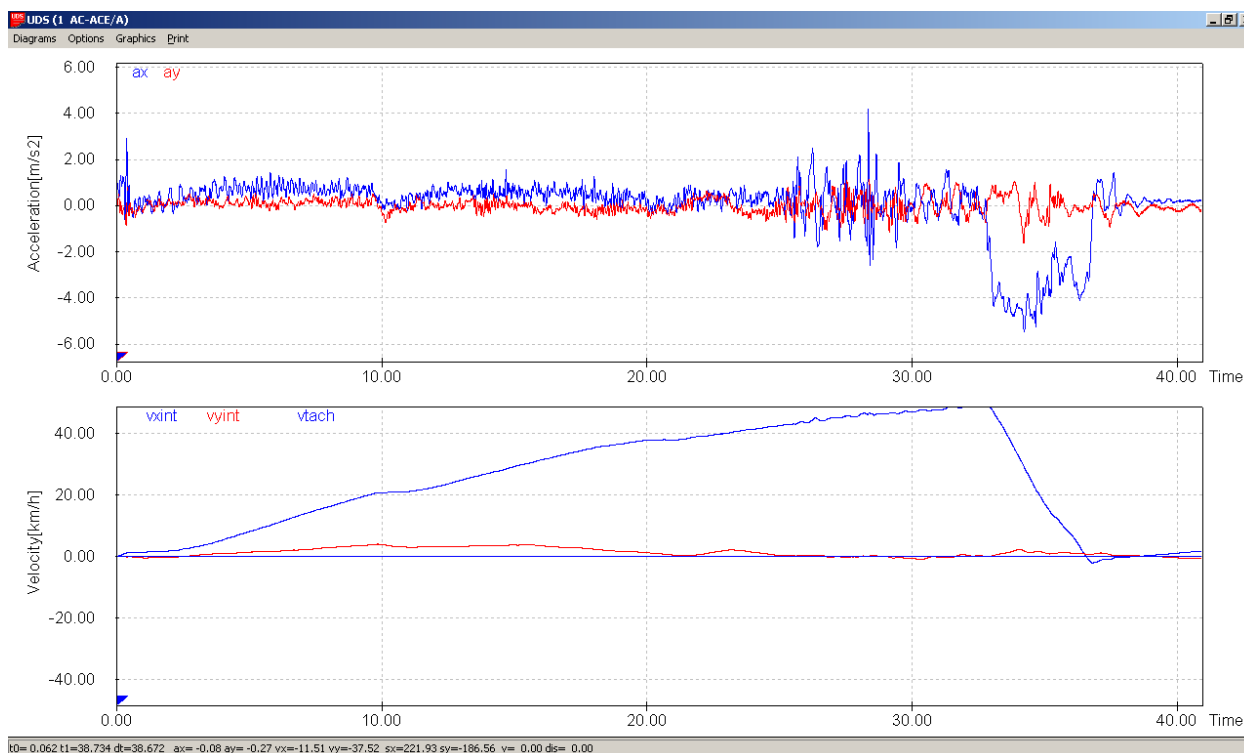


Graf č. 1 – Priebeh zrýchlenia, resp. spomalenia a rýchlosti počas jazdno-brzdnej skúšky č. 1

Pri jazdno-brzdnej skúške č. 1 nedošlo k vzniku smerovej nestability a jazdná súprava počas intenzívneho brzdenia smerovala priamo.

Následne bola vykonaná jazdno-brzdňá skúška č. 2 a to takým spôsobom, že bol vykonaný rozjazd na rýchlosť cca 50 km/h a následne bolo s jazdnou súpravou intenzívne

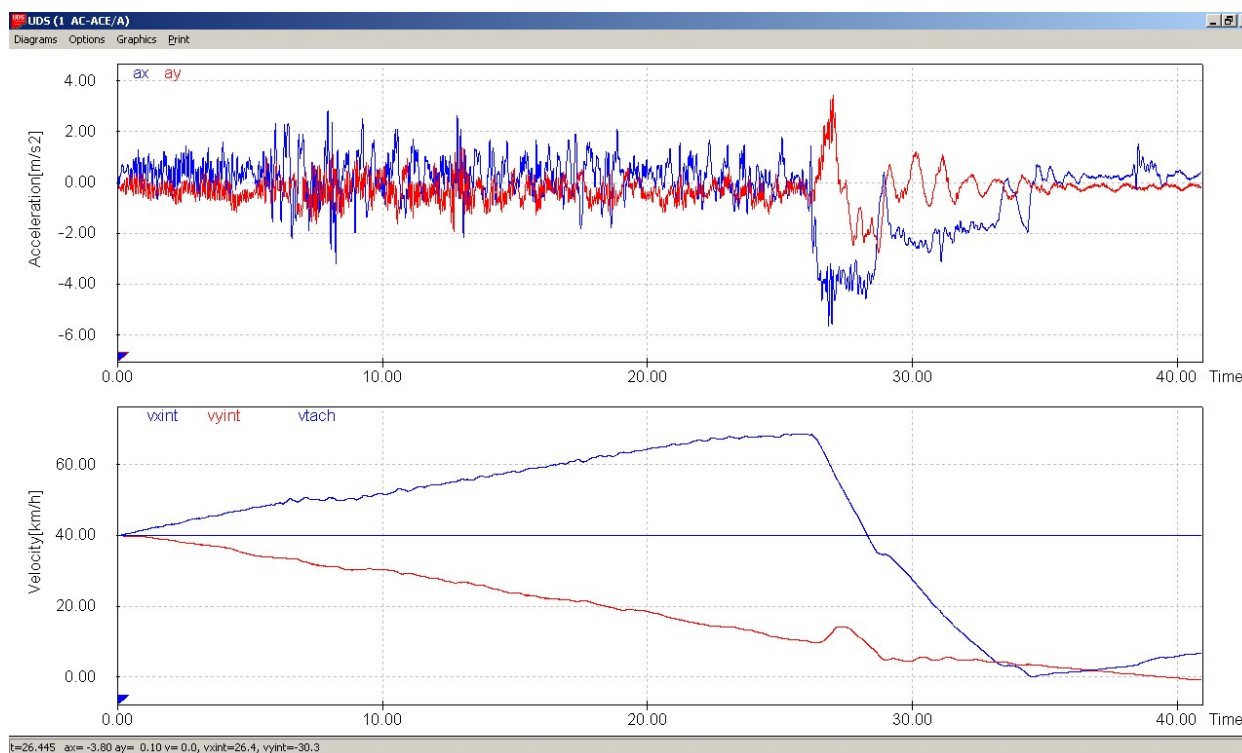
brzdené. Priebeh pozdĺžneho a priečného spomalenia a pozdĺžnej a priečnej rýchlosti počas tejto jazdnej skúšky je zobrazený na nasledovnom grafe.



Graf č. 2 – Priebeh zrýchlenia, resp. spomalenia a rýchlosti počas jazdno-brzdnej skúšky č. 2

Pri jazdno-brzdnej skúške č. 2 nedošlo k vzniku smerovej nestability a jazdná súprava počas intenzívneho brzdenia smerovala priamo.

Následne bola vykonaná jazdno-brzdňá skúška č. 3 a to takým spôsobom, že bol vykonaný rozjazd na rýchlosť cca 70 km/h a následne bolo s jazdnou súpravou intenzívne brzdené. Priebeh pozdĺžneho a priečného spomalenia a pozdĺžnej a priečnej rýchlosti počas tejto jazdnej skúšky je zobrazený na nasledovnom grafe.



Grafe č. 3 – Priebeh zrýchlenia, resp. spomalenia a rýchlosti počas jazdno-brzdnej skúšky č. 3

Pri jazdno-brzdnej skúške č. 3 došlo bezprostredne po začatí brzdenia k vzniku smerovej nestability – jazdná súprava po začiatku brzdenia zmenila smer jazdy vľavo – podobne ako pri dopravnej nehode. Na túto skutočnosť vodič reagoval uvoľnením brzdného účinku (viď predchádzajúci obrázok).

Vznik smerovej nestability je rozpoznateľný aj z priebehu priečného spomalenia (červený záznam na predchádzajúcom obrázku) – kedy po začatí brzdenia bola nameraná hodnota priečného spomalenia cca 3 m/s².

Z uvedených jazdno-brzdných skúšok možno vyvodit' záver, že pri intenzívnom brzdení z rýchlosti nad 50 km/h dochádzalo k vzniku smerovej nestability jazdnej súpravy.

Pre určenie príčiny smerovej nestability bolo ďalej vykonané meranie brzdnych síl (na válcovej brzdovej skúšobni) jazdnej súpravy v stave ako pri dopravnej nehode (ťažné vozidlo Scania a náves ASCO naložený drevom). Protokol z tohto merania je uvedený v príslušnej prílohe tohto znaleckého posudku.

V nasledovnej tabuľke sú namerané hodnoty maximálnej brzdnej sily prevádzkovej brzdy na príslušnej náprave jazdnej súpravy.

Následne bolo vykonané váženie jazdnej súpravy prenosnými váhami, ktoré vykonalo KRPZ. V nasledovnej tabuľke sú uvedené namerané hodnoty na príslušnej náprave.

Tabulka č. 3 – Namerané hodnoty normálových síl na jednotlivých kolesách

Vozidlo – náprava č.	Meranie brzdných síl		Meranie normálových síl	
	brzdná sila vľavo [kN]	brzdná sila vpravo [kN]	Normálová sila vľavo [kg, resp. N]	Normálová sila vpravo [kg, resp. N]
Scania – 1. náprava	18,86 kN	18,89 kN	3760 . 9,81	4080 . 9,81
Scania – 2. náprava	20,97 kN	18,65 kN	5600 . 9,81	5420 . 9,81
ASCO – 1. náprava	6,07 kN	7,22 kN	2540 . 9,81	3880 . 9,81
ASCO – 2. náprava	7,56 kN	6,27 kN	3580 . 9,81	4140 . 9,81
ASCO – 3. náprava	8,10 kN	7,68 kN	3780 . 9,81	4860 . 9,81

Celková hmotnosť jazdnej súpravy je potom: 41 640 kg. Z uvedeného vyplýva, že bola prekročená maximálne prípustná celková hmotnosť jazdnej súpravy o cca 1 640 kg.

Súčet normálových síl vozidla Scania je: 185,02 kN.

Súčet normálových síl návesu ASCO je: 223,47 kN.

Súčet brzdných síl vozidla Scania je: 77,37 kN.

Súčet brzdných síl návesu ASCO je: 42,90 kN.

Z uvedených hodnôt vyplýva, že pri podobnom súčte normálových síl vozidla Scania (185,02 kN) a návesu ASCO (223,47 kN) je súčet brzdných síl vozidla Scania (77,37 kN) výrazne väčší ako súčet brzdných síl návesu ASCO (42,90 kN).

Zbrzdenie vozidla Scania namerané na valcovej brzdovej skúšobni je potom dané pomerom brzdných síl a normálových síl: 42 %.

Zbrzdenie návesu Asco namerané na valcovej brzdovej skúšobni je potom dané pomerom brzdných síl a normálových síl: 19 %.

Pri uvedených hodnotách dochádza pri intenzívnom brzdení k javu, kedy je náves brzdený s menším spomalením ako ťažné vozidlo. Takýto jav je nežiaduci a jeho dôsledkom je smerová nestabilita jazdnej súpravy.

Pri meraní na valcovej brzdovej skúšobni dňa XY boli zistené nasledovné hodnoty nesúmernosti jednotlivých kolies príslušnej nápravy jazdnej súpravy pri brzdení prevádzkovou brzdou.

Tabulka č. 4 – Namerané hodnoty nesúmernosti jednotlivých kolies príslušnej nápravy jazdnej súpravy pri brzdení prevádzkovou brzdou

Vozidlo – náprava č.	Maximálne vyskytujúci sa rozdiel brzdnych síl [%]
Scania – 1. náprava	1
Scania – 2. náprava	18
ASCO – 1. náprava	26
ASCO – 2. náprava	23
ASCO – 3. náprava	5

Maximálne dovolená prípustná hodnota nesúmernosti brzdneho účinku pravého a ľavého kolesa je 30 %. Z uvedeného vyplýva, že v stave v akom bola jazdná súprava v čase dopravnej nehody nebol na jednotlivých nápravách taký nesúmerný brzdny účinok, ktorý by prekročoval povolené hodnoty. Príčinou straty smerovej stability pri predmetnej dopravnej nehode preto nebol nesúmerný brzdny účinok.

Po vykonaní uvedených meraní bola vykonaná STK vozidla Scania a návesu Iveco v súlade s predpismi o technickej kontrole vozidiel – náves musel byť prázdny. Tento úkon bol vykonaný dňa XY. V nasledovnej tabuľke sú namerané hodnoty brzdnej sily prevádzkovej brzdy na príslušnej náprave jazdnej súpravy.

Tabulka č. 5 – Namerané hodnoty brzdnej sily prevádzkovej brzdy na príslušnej náprave jazdnej súpravy

Vozidlo – náprava č.	Meranie brzdnych síl		Nesúmernosť brzdneho účinku [%]
	brzdna sila vľavo [kN]	brzdna sila vpravo [kN]	
Scania – 1. náprava	13,65 kN	14,12 kN	3 %
Scania – 2. náprava	9,11 kN	7,59 kN	17 %
ASCO – 1. náprava	0,58 kN	1,16 kN	50 %
ASCO – 2. náprava	0,65 kN	1,15 kN	43 %
ASCO – 3. náprava	5,55 kN	5,12 kN	8 %

Z brzdnych síl nameraných pri prázdnej jazdnej súprave vyplýva, že prvá a druhá náprava návesu vykazuje väčšiu nesúmernosť brzdneho účinku, ako je maximálne dovolená

hodnota (30%). Jedná sa o závalu pre ktorú je vozidlo v zmysle príslušných predpisov nespôsobilé na premávku na pozemných komunikáciách. Táto závala však nemohla spôsobiť nestabilitu počas nehodového deja a to z toho dôvodu, že uvedená nesúmernosť sa prejavovala iba pri prázdnej jazdnej súprave. Pri naloženom návese nebola zistená taká nesúmernosť brzdného účinku, ktorá by prekračovala maximálne dovolenú hodnotu.

Následne bol vykonaný približný výpočet normálových síl jazdnej súpravy (na základe rozmerov jazdnej súpravy) pre prevádzkovú hmotnosť vozidla Scania: 7569 kg a prevádzkovú hmotnosť návesu: 8020 kg. Vypočítané hodnoty sú uvedené v nasledovnej tabuľke.

Tabuľka č. 6 – Vypočítané hodnoty normálových síl na jednotlivých kolesách

Vozidlo – náprava č.	Normálová sila vľavo [kN]	Normálová sila vpravo [N]
Scania – 1. náprava	16,29	16,29
Scania – 2. náprava	29,15	29,15
ASCO – 1. náprava	10,49	10,49
ASCO – 2. náprava	10,49	10,49
ASCO – 3. náprava	10,49	10,49

Okamžitá hmotnosť jazdnej súpravy je potom: 15 680 kg.

Súčet normálových síl vozidla Scania je: 91 kN.

Súčet normálových síl návesu ASCO je: 63 kN.

Súčet brzdnych síl vozidla Scania nameraný na valcovej brzdovej skúšobni je: 44,47 kN. Súčet brzdnych síl návesu ASCO nameraný na valcovej brzdovej skúšobni je: 14,21 kN.

Zbrzdzenie vozidla Scania namerané na valcovej brzdovej skúšobni je potom dané pomerom brzdnych síl a normálových síl: 49 %. Zbrzdzenie návesu Asco namerané na valcovej brzdovej skúšobni je potom dané pomerom brzdnych síl a normálových síl: 23 %.

Pri uvedených hodnotách dochádza pri intenzívnom brzdení k javu, kedy je náves brzdený s menším spomalením ako ťahačné vozidlo. Takýto jav je nežiaduci a jeho dôsledkom je smerová nestabilita jazdnej súpravy.

Pre zistenie príčin nižšieho brzdného účinku návesu Asco oproti ťahaču Scania bola vykonaná podrobná obhliadka návesu Asco v spoločnosti XY. Pri tejto obhliadke bola vykonaná demontáž tých častí brzdového systému, ktoré bolo možné demontovať (za účelom posúdenia technického stavu brzdového systému).

Pri obhliadke bolo zistené, že bubon každého kolesa návesu je výrazne zakorodovaný, čo znemožnilo jeho demontáž. Na nasledovnej fotografii je zachytená rozsiahla korózia bubna v oblasti skrutiiek a stykových plôch.



Foto č. 9 – Výrazná korózia bubna v oblasti stykových plôch

Z uvedenej fotografie vyplýva, že bubny jednotlivých kolies neboli dlhší čas demontované. Posúdenie brzdového systému návesu ASCO bolo ďalej vykonané demontážou jednotlivých krycích štítov bubnových bŕzd a vizuálnou obhliadkou brzdových obložení. Na nasledovných fotografiách je zobrazené brzdové obloženie 1. nápravy pravého kolesa.



Foto č. 10 – Pohľad na brzdové obloženie 1. nápravy pravého kolesa (v stave nezabrzdenom)

Obhliadkou obložení jednotlivých kolies bolo zistené, že na žiadnom z kolies nebolo obloženie poškodené, prípadne opotrebované do takej miery, že by mohlo výrazne znížiť brzdny účinok. Na činných plochách brzdových bubnov nebola zistená výrazná masť, prípadne iná skutočnosť, ktorá by mohla výrazne znižovať brzdny účinok.

Meraný bol ďalej chod brzdových kľúčov v stave nezabrzdenom a zabrzdenom. Výsledky týchto meraní sú zobrazené v nasledovnej tabuľke

Tabuľka č. 7 – Namerané hodnoty chodu brzdových kľúčov

Dĺžka chodu kľúča	Ľavé koleso	Pravé koleso
1. náprava	7 cm	6 cm
2. náprava	3,3 cm	3 cm
3. náprava	3,5 cm	4,4 cm

Následne bol k obhliadke návesu Asco privolaný technik XY, ktorý sa snažil diagnostikovať pomocou diagnostického setu technický stav brzdnej súpravy. Po napojení sa na riadiacu jednotku ABS modul však tento modul nekomunikoval. Z uvedeného vyplýva, že ABS modul mohol byť nefunkčný. Diagnostika pomocou diagnostického setu z uvedeného dôvodu nemohla byť vykonaná.



Foto č. 11 – Pohľad na ABS modul návesu

Na nasledovnej fotografii je zobrazený ovládací prvok vzduchovej sústavy, ktorým sa nastavuje zdvih korby. Pri obhliadke bolo zistené, že uvedený ovládací prvok je výrazne zakorodovaný, čo takmer znemožňuje ovládať zdvih korby (tzv. pristavenie k rampe).



Foto č. 12 – Ovládací prvok, ktorým sa nastavuje zdvih korby

Na nasledovnej fotografii je zachytená skutočnosť, že na návese chýba jedna krytka (na vstupe tlaku). Účelom tejto krytky je chrániť tesnenie pred poveternostnými vplyvmi a tiež zabrániť vode a nečistotám, aby sa dostávali do vzduchového okruhu pri odstavenom návese.



Foto č. 13 – Chýbajúca krytka na vstupe tlaku

Zohľadnením skutočností zistených pri obhliadke návesu Asco (zakorodované bubny jednotlivých kolies – nemožnosť demontáže, zakorodovaný ovládací prvok zdvihu korby, chýbajúca krytka – ktorá má chrániť tesnenie na vstupe tlaku do návesu) ako i skutočností zistených na STK (nesúmerný brzdný účinok 1. a 2. nápravy pri nezaťaženom návese) možno konštatovať, že technický stav návesu ASCO možno hodnotiť ako stav pri dlhodobo zanedbanej údržbe.

Podľa dostupných informácií je brzdomý systém predmetného vozidla Scania generácie vyššie oproti brzdomému systému návesu ASCO. Samotný ťahač Scania je teda schopný dosahovať výrazne vyššie hodnoty brzdomých spomalení oproti návesu ASCO. Pri

takýchto podmienkach je vysoká pravdepodobnosť nestability jazdnej súpravy a preto je ťahač Scania vybavený dvoma vetvami pre ovládanie brzdného účinku jazdnej súpravy. Jedna vetva je tlaková, ktorou sa prenáša brzdový požiadavok na náves a druhá vetva je elektronická, ktorou sa okrem iného prenáša informácia či náves nespomaľuje menej ako ťahač. Za takýchto podmienok ťahač zníži hodnotu brzdných tlakov, čím sa zníži hodnota spomalenia vozidla Scania a následne i celej jazdnej súpravy. Jazdná súprava sa však stane smerovo stabilná.

Náves Asco však nie je vybavený dvoma vetvami pre ovládanie brzdného účinku. Náves má iba vetvu tlakovú, nie elektronickú, ktorá by mohla poskytnúť ťahaču informáciu o možnej nestabilite jazdnej súpravy. Pri menšom spomalení návesu teda ťahač nedostával informáciu o tom, že by malo dôjsť k poklesu brzdných tlakov na ťahači. Pri takýchto podmienkach bola jazdná súprava tvorená predmetným vozidlom Scania a predmetným ťahačom pri intenzívnom brzdení z rýchlosti nad 50 km/h potenciálne smerovo nestabilná i v prípade, že by na návese nebola žiadna technická závada.

LITERATÚRA

[1] VLK, František: *Automobilová technická príručka*. Prof. Ing. František Vlk, DrSc. Nakladatelství a vydavatelství, 2003, Brno. ISBN 80-238-9681-4.