



ČASOVO-PRIESTOROVÁ ANALÝZA ŠPECIFICKEJ DOPRAVNEJ NEHODY NA DIAĽNICI

TIME-SPATIAL ANALYSIS OF SPECIFIC TRAFFIC ACCIDENT ON HIGHWAY

Eduard Kolla^{1,*}, Veronika Adamová²

Abstrakt Predmetný príspevok sa zaoberá komplexnou rekonštrukciou a analýzou špecifickej dopravnej nehody na diaľnici. Hlavným cieľom analýzy dopravnej nehody bolo určenie konkrétnej príčiny úmrtia vodiča vozidla Škoda 1203. K nehode došlo v nočnej dobe za účasti 3 osobných automobilov, medzi ktorými došlo k vzájomným rázovým kontaktom. Tieto vzájomné kontakty determinovali technicko-logické vymedzenie nehodového deja s časovo prijateľnými odstupmi medzi jednotlivými rázovými kontaktmi. Časovo-priestorové vymedzenie technicky prijateľného intervalu priebehu dopravnej nehody umožnilo definovanie času dostupného pre vodiča vozidla Škoda 1203 k vykonávaniu po-nehodových úkonov. Následná biomechanická analýza umožnila ustálenie pravdepodobného mechanizmu vzniku závažných zranení daného vodiča.

Kľúčové slová dopravná nehoda, analýza, náraz, súdne inžinierstvo, biomechanika

Summary The presented article deals with the complex reconstruction and analysis of a specific traffic accident on the highway. The main goal of the analysis of the traffic accident was to determine the cause of death of the driver of the Škoda 1203. The accident occurred at night with the participation of 3 passenger cars, between which there was mutual impact contact. These mutual contacts determined the technical-logical definition of the accident scene with acceptable time intervals between individual impact contacts. The time-spatial determination of the technically acceptable interval of the course of the traffic accident made it possible to define the time available for the driver of the Škoda 1203 vehicle to perform post-accident actions. The subsequent biomechanical analysis made it possible to establish the probable mechanism of the serious injuries of the given driver.

Keywords traffic accident, analysis, crash, forensic engineering, biomechanics

¹ Žilinská univerzita v Žiline, Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania, Univerzitná 8215/1, 010 26, Žilina, Slovensko

² Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra bezpečnostného manažmentu, Univerzitná 8215/1, 010 26, Žilina, Slovensko

* korespondenčný autor, tel.: +421 41 513 6910, e-mail: kolla@uniza.sk

1 ÚVOD

Súdno-inžinierska rekonštrukcia a analýza cestných dopravných nehôd poskytuje objektívny podklad na zodpovedanie rôznych otázok v rámci trestno-právneho konania. Týmito otázkami sú spravidla: technický popis priebehu nehodového deja, určenie možnosti zabránenia dopravnej nehody zo strany jednotlivých účastníkov, posúdenie techniky jazdy jednotlivých vodičov a stanovenie technickej príčiny dopravnej nehody. V určitých prípadoch je však nutné zodpovedať aj otázku, čo presne viedlo k úmrtiu daného účastníka dopravnej nehody tak, aby bolo následne možné vyvodiť trestnoprávnu zodpovednosť. Zodpovedanie tejto otázky si vyžaduje komplexnú rekonštrukciu dopravnej nehody v osi: rekonštrukcia pohybu a rázu zúčastnených vozidiel – posúdenie časovo-priestorových pomerov dopravnej nehody – biomechanická analýza zranení predmetných osôb. Predložený príspevok sa zaoberá aplikáciou tejto analytickej logiky na prípade špecifickej dopravnej nehody.

2 VÝCHODZIE PODKLADY

Predmetom analýzy bola dopravná nehoda na diaľnici, pri ktorej vozidlo Ford Focus zozadu s čiastočným prekrytím rázovo kontaktovalo so zadnou časťou vozidla Škoda 1203. Následne došlo k strate smerovej stability vozidla Škoda 1203 a k pohybu vozidla Škoda 1203 v čiastočnom šmyku do ľavých stredových zvodidiel. Po náraze do zvodidiel došlo k prevráteniu vozidla Škoda 1203 na strechu. Do kabíny prevráteného vozidla Škoda 1203 následne narazilo vozidlo Škoda Octavia svojou ľavou prednou stranou. Ďalej došlo k strate smerovej stability vozidla Škoda Octavia, ktoré následne smerovalo k pravým zvodidlám, do ktorých narazilo a popri týchto zvodidlách pokračovalo v doprednom pohybe, až kým sa nedostalo na úroveň vozidla Ford Focus. Vozidlo Ford Focus medzitým zastavilo v odstavnom pruhu pri pravých zvodidlách a vozidlo Škoda Octavia nakoniec narazilo do zadnej časti vozidla Ford Focus. Vozidlo Ford Focus bolo posunuté v doprednom smere a pokračovalo v pohybe, až kým nezastalo vo svojej konečnej polohe (nakoniec po zabrzdení vodičom vozidla Ford Focus).

K nehode došlo v nočných hodinách, vozovka bola suchá, pred nehodou neznečistená. Na mieste dopravnej nehody bola vyhotovená fotodokumentácia (vid' obr. 1), boli zamerané polohy vozidiel, ako aj zanechané stopy a bol zhotovený situačný plán miesta dopravnej nehody. Nehodový dej bol teda technicko-logicky vymedzený s technicky prijateľnými časovými odstupmi medzi jednotlivými zrážkami.



Obr. 1 Poškodenie vozidiel (vľavo-Škoda 1203, v strede – Škoda Octavia, vpravo – Ford Focus); zdroj: spisový materiál

Pri dopravnej nehode došlo k úmrtiu vodiča vozidla Škoda 1203. **Bezprostrednou príčinou smrti vodiča vozidla Škoda 1203 (67 rokov, výška 1,7 m, hmotnosť 84 kg) bol úrazový a krvácajúci šok v dôsledku zlomeniny klenby lebečnej, krvácania do mozgových komôr a pod mäkké pleny mozgové, pri mnohopočetných zlomeninách rebier, drvivom poranení pečene a pravej obličky a pri zlomeninách pravej hornej a dolnej končatiny.**

Podľa svedeckých výpovedí osádky vozidla Ford Focus (3 osoby) bol dôvodom nárazu ich vozidla do vozidla Škoda 1203 "vynútený" prechod ich vozidla do jazdného pruhu vozidla Škoda 1203 (za vozidlom Ford Focus sa malo pohybovať v ľavom jazdnom pruhu iné neznáme vozidlo, ktoré rozsvecovaním diaľkových svetiel malo dávať najavo, že má úmysel ísť rýchlejšie).

Podľa svedeckých výpovedí osádky vozidla Škoda Octavia, vodič vozidla Škoda Octavia začal predchádzať pomalšie idúce vozidlá, premiestnil sa do ľavého jazdného pruhu, pričom už nestihol zareagovať na vytvorenú situáciu (t.j. vozidlo Škoda 1203 prevrátené na streche v jeho jazdnom pruhu a došlo k nárazu do tohto vozidla).

Svedkyňa z vozidla Škoda 1203 (manželka usmrteného) uvádzala, že **po prevrátení sa vozidla Škoda 1203 na strechu** (výsledok kontaktu Škoda 1203 - Ford Focus) **a po náraze vozidla Škoda Octavia videla vodiča vozidla Škoda 1203 vychádzať von vlastnými silami.** Ďalej uvádzala, že boli vo vozidle Škoda 1203 pred dopravnou nehodou pripútaní bezpečnostnými pásmi.

Viacerí svedkovia uvádzali zvýšený pohyb vozidiel po dopravnej nehode, jeden svedok uviedol, že **tesne po dopravnej nehode zaregistroval pohyb návesovej súpravy s väčšou rýchlosťou.**

3 POPIS RIEŠENÉHO PROBLÉMU

Znalci 1 a 2 z odboru zdravotníctvo vo svojom posudku uviedli, že usmrtený vodič vozidla Škoda 1203 utrpel väčšinu svojich zranení (a teda išlo o najdôležitejší moment v zraňujúcom mechanizme) počas prevracania sa vozidla Škoda 1203 (po náraze vozidla Ford Focus do jeho zadnej časti). Pričom náraz vozidla Škoda Octavia do vozidla Škoda 1203 mohol zväčšiť rozsah zranení a vymrštil telo poškodeného z vozidla. Podľa znalcov 1 a 2 v ich znaleckom posudku nemohol vodič vozidla Škoda 1203 vyjsť sám z kabíny vozidla.

V doplnení svojho znaleckého posudku znalci 1 a 2 uvádzajú: "...pokiaľ došlo k tomu, že poškodený sám vlastnými silami opúšťal – opustil interiér vozidla smerom von z kabíny, konal toto cez priestor vypadnutého čelného skla. Podľa zhodného názoru znalcov došlo k vysúvaniu sa tela z vozidla tak, že pravou stranou tela sa poškodený nachádzal natočený smerom k vozovke, ľavou stranou tela smerom nahor. V momente, keď bol vysunutý z vozidla do polovice tela tak, že hrudník a brucho boli vysunuté z interiéru a vo vnútri sa nachádzali dolné končatiny, panva v oblasti rozhrania kabíny vozidla a vonkajšieho prostredia, došlo k druhému nárazu osobného motorového vozidla Škoda Octavia, a to zrejme do staticky uloženého a prevráteného vozidla Škoda 1203". Znalci 1 a 2 aj v tomto doplnení korelujú zlomeninu klenby lebečnej, zakrvácanie pokrývok lebečných, krvácanie pod mäkké pleny mozgové a krvácanie do mozgových komôr ako výsledok kontaktu hlavy so strechou prevracajúceho sa vozidla Škoda 1203, čo malo mať za následok poruchu bezvedomia vo forme krátkodobej dezorientácie. Ďalej znalci 1 a 2 uvádzajú, že „... kritické poranenia, ktoré viedli k smrti poškodeného, vznikli až v ďalšej fáze zraňujúceho deja, a to vo fáze druhého nárazu – nárazu vozidla zn. Škoda Octavia do prevráteného vozidla Škoda 1203, čo je odlišný záver než záver uvedený v pôvodnom znaleckom posudku."

Znalec 3 z odboru zdravotníctvo vo svojom znaleckom posudku uvádza, že do momentu nárazu vozidla Škoda Octavia do vozidla Škoda 1203 neutrpel vodič vozidla Škoda 1203 také zranenia, ktoré by ho obmedzovali v pohybe a ohrozovali závažnejšie na zdraví. Závažné zranenia podľa znalca 3 utrpel vodič vozidla Škoda 1203 až po opustení interiéru vozidla Škoda 1203. Ďalej znalec 3 uvádza, že: "...k zlomenine lebečnej kosti došlo u poškodeného pravdepodobne až mimo interiéru vozidla, pretože

tak vysoká intenzita sily, ktorá spôsobí zlomeninu lebečných kostí, spôsobí s vysokou pravdepodobnosťou aj otras mozgu s následnou poruchou vedomia, čo by v určitom časovom intervale vylučovalo vykonávanie cielených a vôľou ovládaných pohybov..." Podľa znalca 3 ďalej: "... pravdepodobný je laterálny (zboku) kontakt s vozidlom s vyššou výškou kapoty, pretože nedošlo k zlomeninám predkolení, eventuálne stehnových kostí, ako to býva v prípade stretu s vozidlom s nižšou kapotou."

Pred spracovateľom - technickým znalcom teda stála okrem iných otázok súvisiacich s technickou príčinou dopravnej nehody aj otázka určenia technicky prijateľného mechanizmu usmrtenia vodiča vozidla Škoda 1203 pri zohľadnení časovo a priestorovo technicky - logického priebehu dopravnej nehody, pri zohľadnení zranení vodiča vozidla Škoda 1203 a pri zohľadnení svedeckých výpovedí.

4 REKONŠTRUKCIA A ANALÝZA DOPRAVNEJ NEHODY

Rekonštrukcia predmetnej dopravnej nehody bola zrealizovaná prostredníctvom simulačného programu PC-Crash (DSD, 2019). V rámci dostupných modulov programu PC-Crash bol využitý:

- modul doprednej kinetickej simulácie pohybu vozidiel,
- modul výpočtu rázu metódou Kudlich-Slibar,
- modul výpočtu rázu silovou metódou pre simuláciu pohybu a rázu vozidiel a
- modul viactelesového systému pre simuláciu rázového namáhania ľudského tela.

Podrobný popis programu a postupov simulačnej rekonštrukcie dopravných nehôd v ňom je uvedený v (PC-Crash, 2018) a v (Wach, 2011).

Z vykonanej rekonštrukcie a analýzy nehodového deja okrem iného vyplýva nasledovné: Vodič vozidla Škoda 1203 sa s vozidlom pred dopravnou nehodou (t.j. pred nárazom vozidla Ford Focus) pohyboval v pravom jazdnom pruhu diaľnice pri pravom okraji vozovky rýchlosťou cca 73 km/h. Vodič vozidla Ford Focus sa pred dopravnou nehodou (t.j. pred nárazom zozadu do vozidla Škoda 1203) pohyboval v ľavom jazdnom pruhu diaľnice rýchlosťou cca 130 km/h. Vodič vozidla Škoda Octavia sa pred dopravnou nehodou (t.j. pred nárazom do prevráteného vozidla Škoda 1203) pohyboval v ľavom jazdnom pruhu diaľnice rýchlosťou cca 143 km/h.

Vodič vozidla Ford Focus začal vykonávať premiestnenie z ľavého jazdného pruhu do pravého jazdného pruhu, pričom začal reagovať na vozidlo Škoda 1203 pohybujúce sa v tomto jazdnom pruhu v okamihu, keď sa od neho nachádzal vo vzdialenosti cca 27 m a do zrážky ostával uplynúť čas cca 1,96 s. Po uplynutí reakčného času (1 s) začal intenzívne brzdiť, pričom brzdením znížil rýchlosť jazdy na cca 105 km/h, ktorou narazil do zadnej časti vozidla Škoda 1203.

Po náraze dochádza k vzniku jazdnej nestability vozidla Škoda 1203 a toto vozidlo sa pohybuje v čiastočnom bočnom šmyku prechádzajúcom do prevracania v smere cez ľavý jazdný pruh k stredovému zvodidlu. Vozidlo Škoda 1203 naráža do tohto zvodidla po uplynutí časového intervalu cca 2,29 s od zrážky s vozidlom Ford Focus rýchlosťou cca 53,4 km/h. Po viacnásobných rázoch s týmto zvodidlom (pri ktorých dochádza aj k poškodeniu spojenia ľavého A stĺpika vozidla Škoda 1203 so strechou a čiastočnému „vniknutiu“ zvodidla do interiéru vozidla) a rotácii vozidla okolo všetkých osí vozidlo Škoda 1203 skončilo v polohe, v ktorej do neho následne naráža vozidlo Škoda Octavia (t.j. v mieste zrážky s týmto vozidlom). Vozidlo Škoda 1203 je v tejto polohe po čase cca 6,2 s od zrážky s vozidlom Ford Focus. Vozidlo Ford Focus po zrážke s vozidlom Škoda 1203 smeruje do odstavného jazdného pruhu a spomaľuje počas časového úseku cca 5,15 s brzdovým účinkom motora a odporom valenia kolies. Následne vodič vozidla Ford Focus brzdí s brzdovým spomalením $2,5 \text{ m/s}^2$ až do miesta zrážky s vozidlom Škoda Octavia (do ktorého sa dostane po cca 10,11 s od zrážky s vozidlom Škoda 1203).

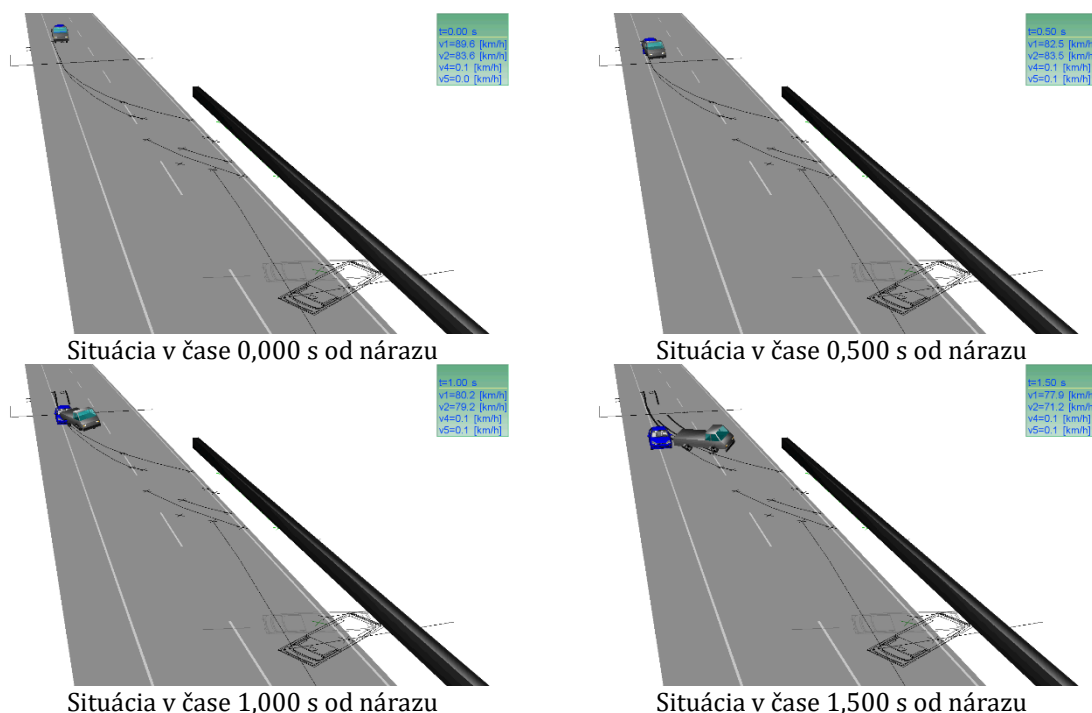
Vodič vozidla Škoda Octavia začína reagovať na vozidlo Škoda 1203 nachádzajúce sa prevrátené v jeho jazdnom pruhu vo vzdialenosti cca 53,8 m od tohto vozidla, pričom v tomto okamihu ostáva plynúť do zrážky cca 1,48 s. Vodič vozidla Škoda Octavia reaguje na vzniknutú situáciu kombináciou brzdzenia

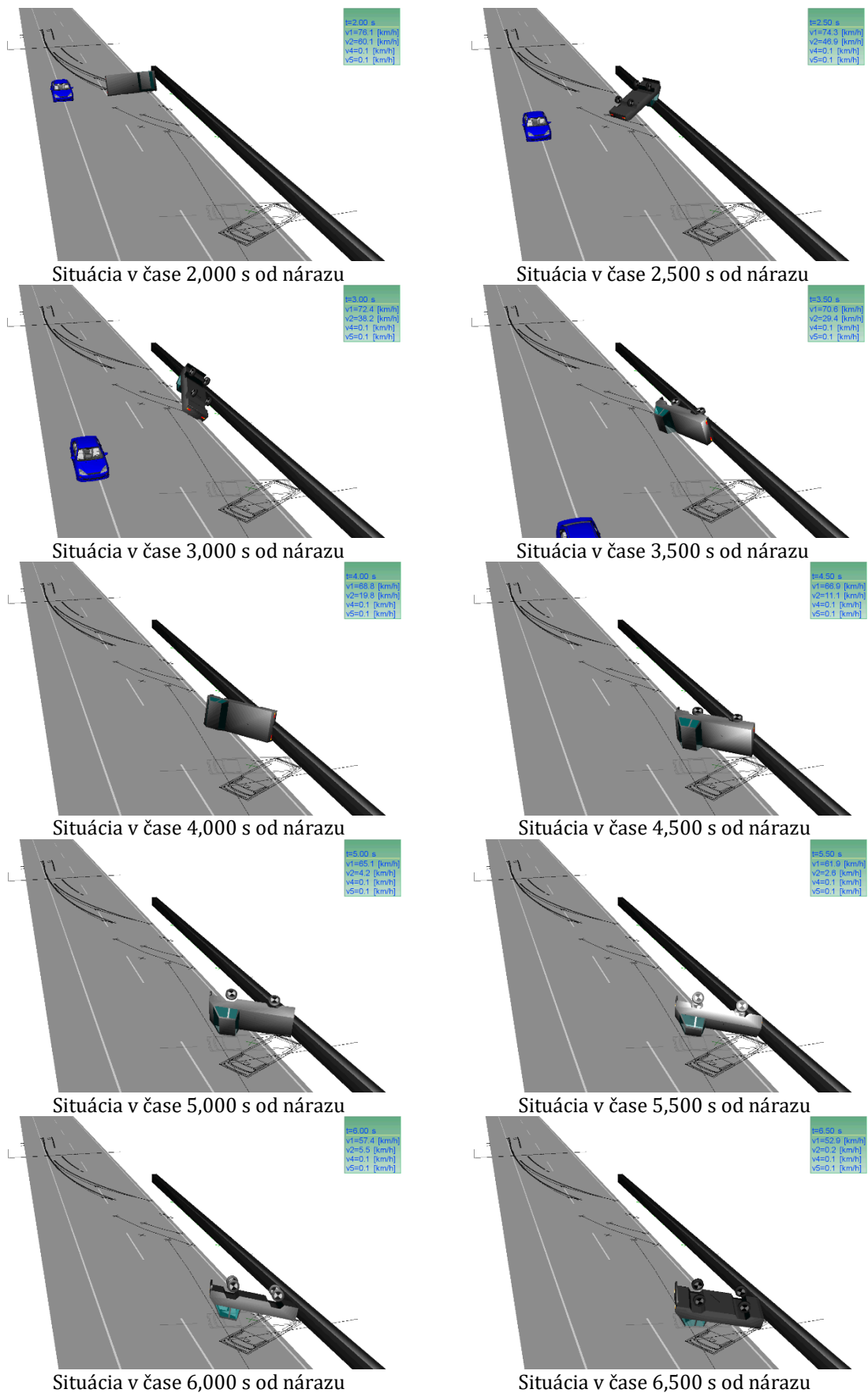
s menšou ako plnou hodnotou brzdného spomalenia (brzdné spomalenie $5,8 \text{ m/s}^2$) a vyhýbacieho manévru smerom doprava. Vozidlo Škoda Octavia následne naráža do vozidla Škoda 1203 rýchlosťou cca 135 km/h . Po náraze je vozidlo Škoda 1203 „odhodené“ po relatívne krátkej oblúkovej trajektórii do svojej konečnej polohy (ťažisko vozidla Škoda 1203 prešlo dráhu cca $1,3 \text{ m}$). Po náraze vozidlo Škoda Octavia pokračuje v pohybe na hranici jazdnej stability v smere cez pravý jazdný pruh k pravému zvodidlu, pričom kombinácia pozdĺžneho spomalenia (z dôvodu brzdovania vodičom vozidla Škoda Octavia) a priečneho zrýchlenia (z dôvodu jazdy po miernom oblúku) je dostatočná na to, aby vznikli stopy po kolesách vozidla Škoda Octavia. Vozidlo Škoda Octavia následne naráža do pravého zvodidla pod uhlom cca 6° rýchlosťou cca 103 km/h svojou pravou prednou časťou. Následne sa pohybuje popri zvodidle, pričom vodič vozidla Škoda Octavia brzdí.

Následne vozidlo Škoda Octavia naráža do pravej zadnej časti vozidla Ford Focus rýchlosťou cca 65 km/h , pričom tento okamih nastal cca $3,36 \text{ s}$ od nárazu do vozidla Škoda 1203. Po náraze vozidlo Škoda Octavia brzdením zastane vo svojej konečnej polohe. Vozidlo Ford Focus sa v okamihu nárazu vozidla Škoda Octavia pohybuje rýchlosťou cca 20 km/h , po náraze je urýchlené na rýchlosť cca $47,6 \text{ km/h}$ a z tejto rýchlosti spomaľuje do svojej konečnej polohy prostredníctvom odporu valenia troch kolies a pribrzdievaného pravého zadného kolesa na dráhe cca 67 m až do svojej konečnej polohy.

Dopravná nehoda bola rozdelená na tri fázy a riešená dopredným spôsobom časovo reverzne (t.j. časovo odzadu dopredu), t.j. východiskový dej analýzy bol pohyb vozidla Ford Focus do konečnej polohy po náraze vozidla Škoda Octavia do jeho zadnej časti a konečný dej analýzy bol náraz vozidla Ford Focus do zadnej časti vozidla Škoda 1203.

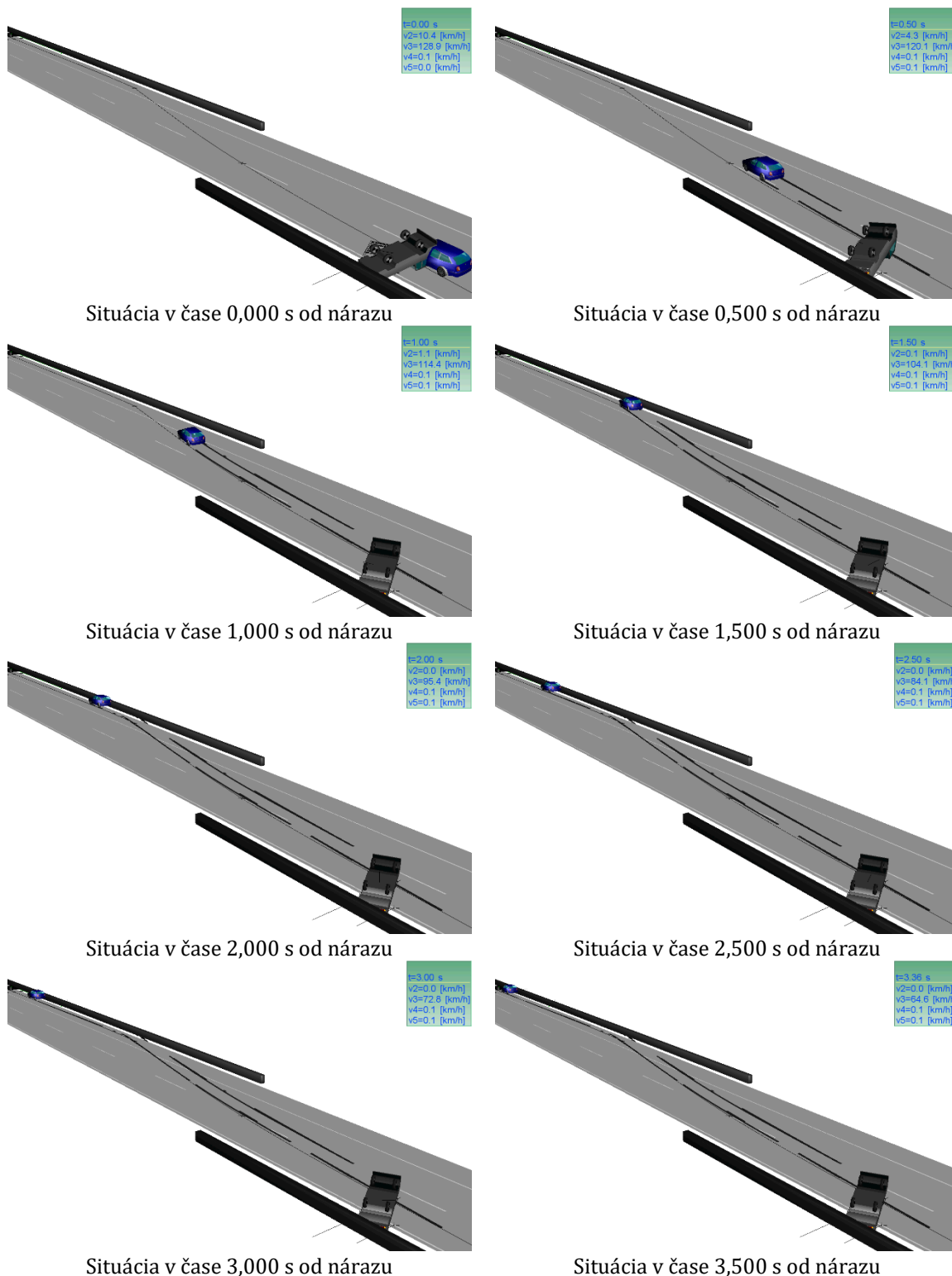
Na obr. 2 je znázornený priestorový pohľad na pohyb vozidiel Škoda 1203 a Ford Focus od nárazu vozidla Ford Focus do zadnej časti vozidla Škoda 1203 po polohu v mieste zrážky vozidiel Škoda 1203 a Škoda Octavia v časovom kroku $0,5 \text{ s}$.





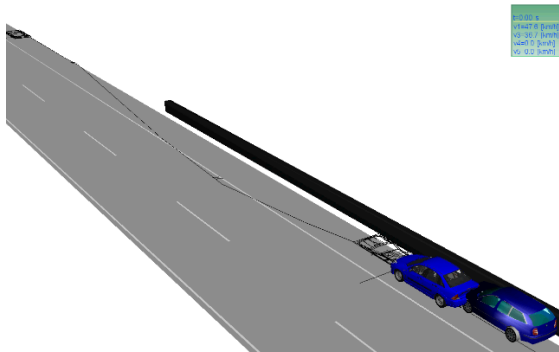
Obr. 2 Priestorový pohľad na pohyb vozidla Škoda 1203 a Ford Focus od nárazu vozidla Ford Focus do vozidla Škoda 1203

Na obr. 3 je znázornený priestorový pohľad na pohyb vozidiel Škoda Octavia a Škoda 1203 po ich zrážke v časovom kroku 0,5 s.

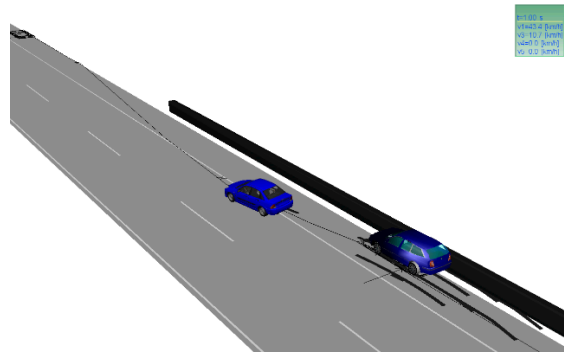


Obr. 3 Priestorový pohľad na pohyb vozidiel Škoda Octavia a Škoda 1203 po ich zrážke

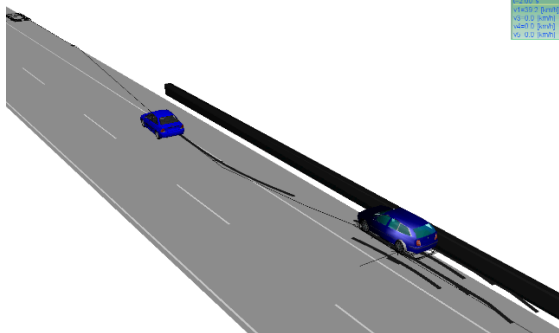
Na obr. 4 je znázornený priestorový pohľad na pohyb vozidiel Škoda Octavia a Ford Focus po ich zrážke do ich konečných polôh v časovom kroku 1 s.



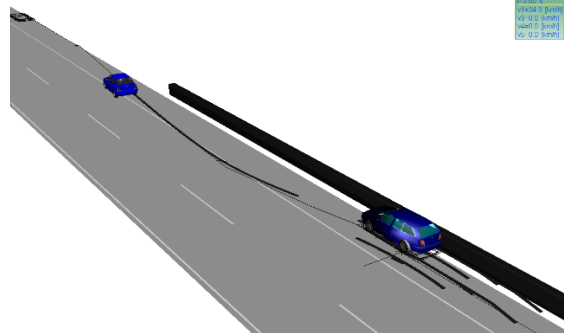
Situácia v čase 0,000 s od nárazu



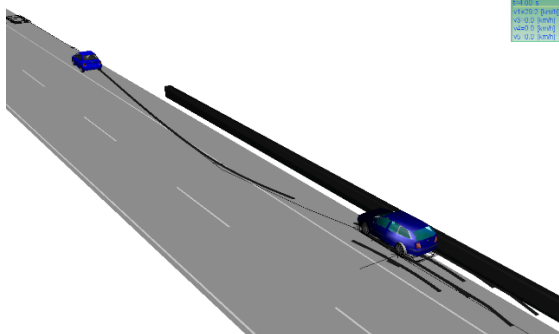
Situácia v čase 1,000 s od nárazu



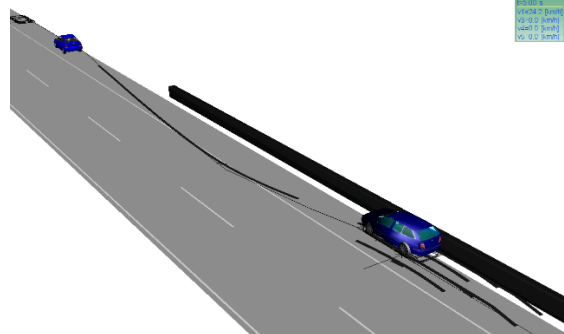
Situácia v čase 2,000 s od nárazu



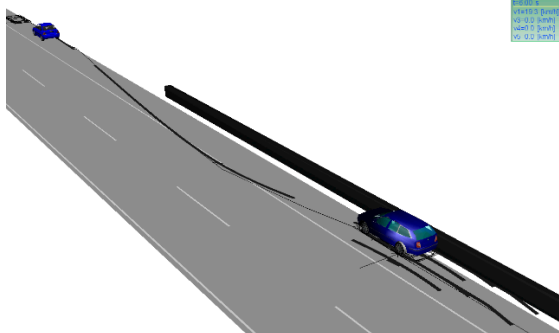
Situácia v čase 3,000 s od nárazu



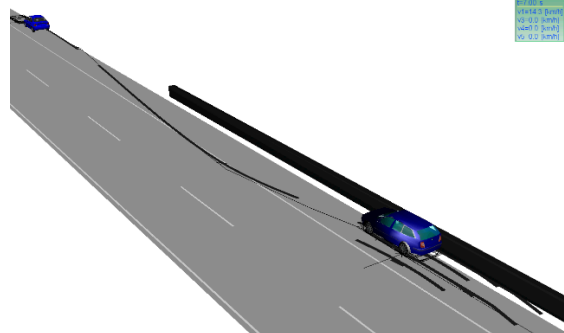
Situácia v čase 4,000 s od nárazu



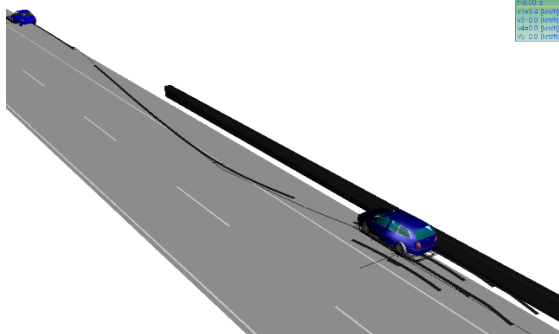
Situácia v čase 5,000 s od nárazu



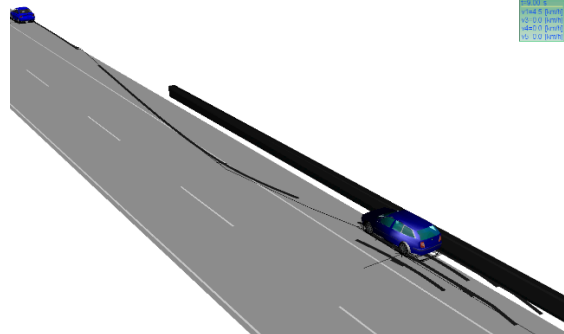
Situácia v čase 6,000 s od nárazu



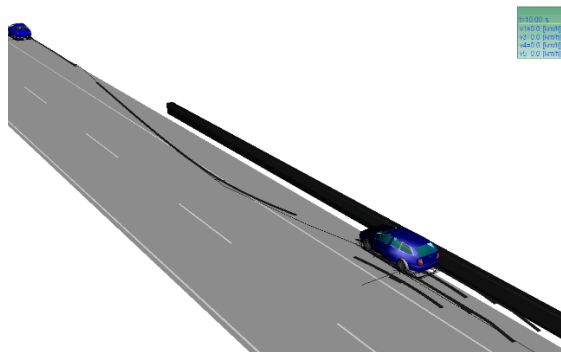
Situácia v čase 7,000 s od nárazu



Situácia v čase 8,000 s od nárazu



Situácia v čase 9,000 s od nárazu

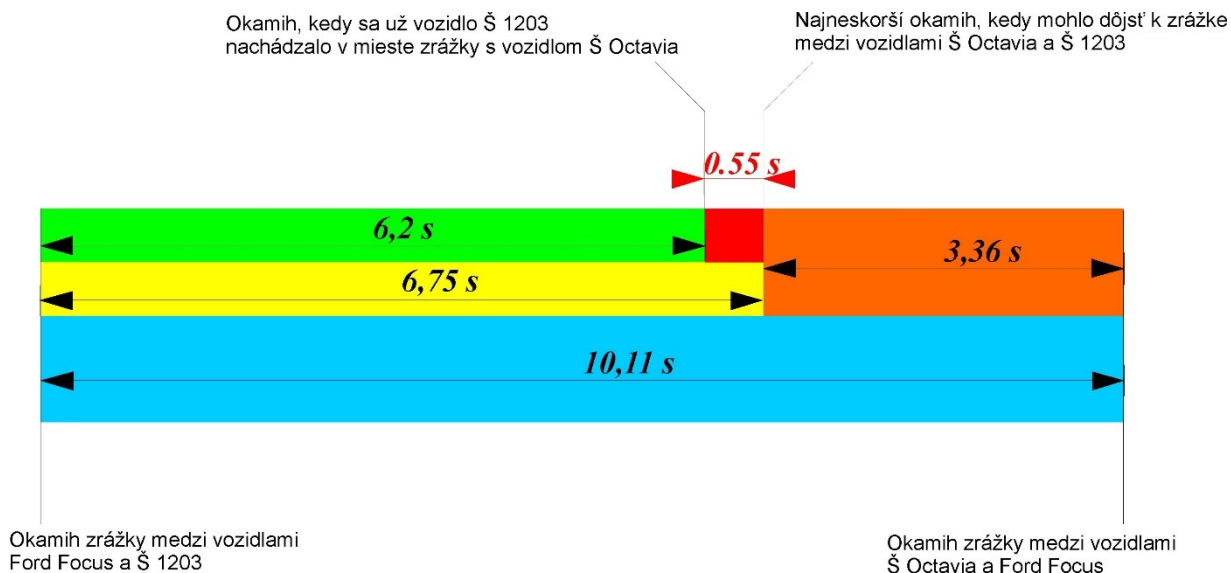


Situácia v čase 10,000 s od nárazu

Obr. 4 Priestorový pohľad na pohyb vozidiel Ford Focus a Škoda Octavia od okamihu ich zrážky do ich konečných polôh

Z vykonanej analýzy nehodového deja vyplýva, že od zrážky vozidiel Ford Focus a Škoda 1203 po okamih zrážky vozidiel Škoda Octavia a Škoda 1203 uplynul čas cca 6,2 s. Ďalej z vykonanej analýzy vyplýva, že od zrážky medzi vozidlami Ford Focus a Škoda 1203 po prvý náraz vozidla Škoda 1203 do zvodidla (pričom v tomto okamihu už bolo vozidlo prevrátené na bok - vozidlo bolo otočené okolo pozdĺžnej osi o uhol cca 132°) uplynul čas cca 2,29 s a teda od okamihu prvého nárazu vozidla Škoda 1203 do stredového zvodidla po dosiahnutie polohy vozidlom Škoda 1203, v ktorej došlo k ďalšej zrážke s vozidlom Škoda Octavia, uplynul čas 3,91 s (6,2 s – 2,29 s).

Ku možnostiam pohybu vodiča vozidla Škoda 1203 (a teda aj k možnostiam jeho usmrtenia s ohľadom na znalecké posudky znalcov z odboru zdravotníctvo, ako aj s ohľadom na výpovede svedkov) počas nehodového deja je možné sa vyjadriť na základe časových rozdielov medzi jednotlivými zrážkami. Na nasledujúcom obrázku (viď obr. 5) sú graficky znázornené časové pomery medzi jednotlivými zrážkami.



Obr. 5 Časové pomery medzi jednotlivými zrážkami

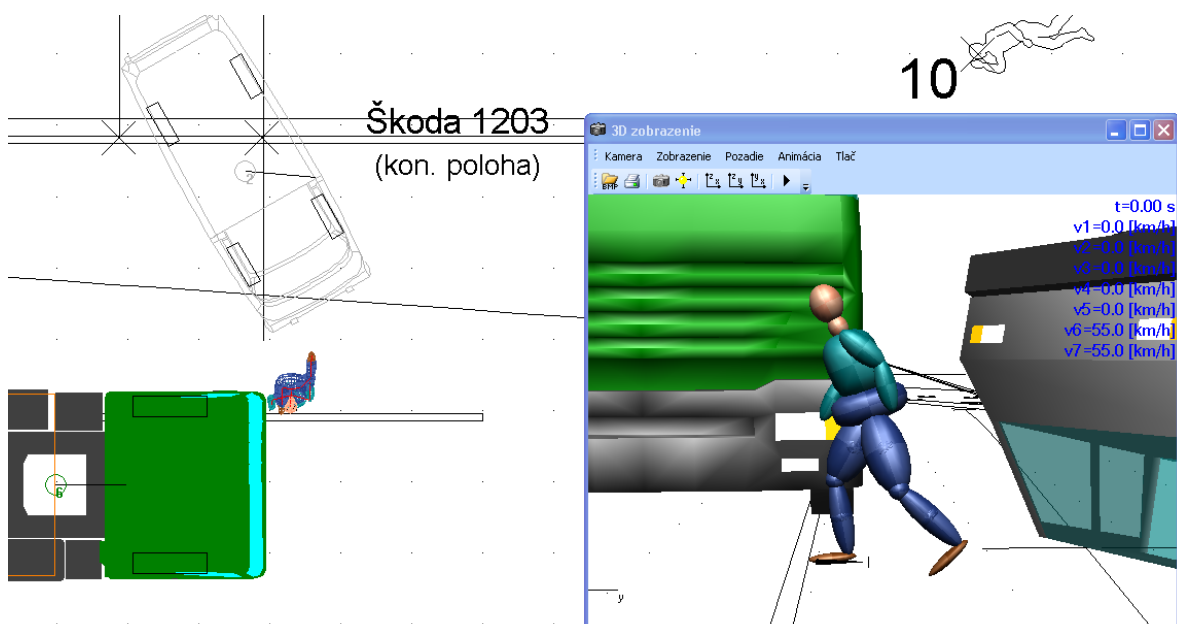
K zrážke medzi vozidlami Škoda 1203 a Škoda Octavia došlo najskôr v čase 6,2 s od zrážky medzi vozidlami Ford Focus a Škoda 1203. Keďže od zrážky medzi vozidlami Ford Focus a Škoda 1203 do zrážky medzi vozidlami Škoda Octavia a Ford Focus uplynul čas 10,11 s a od zrážky medzi vozidlami Škoda Octavia a Škoda 1203 do zrážky medzi vozidlami Škoda Octavia a Ford Focus uplynul čas 3,36 s, tak k zrážke medzi vozidlami Škoda Octavia a Škoda 1203 mohlo dôjsť najneskôr v čase 6,75 s od zrážky medzi vozidlami Ford a Škoda 1203 (10,11 s – 3,36 s). Z vyššie vykonanej analýzy nehodového deja teda vyplýva, že medzi dosiahnutím polohy vozidlom Škoda 1203, v ktorej došlo k zrážke s vozidlom Škoda Octavia, a zrážkou medzi týmito dvomi vozidlami uplynul veľmi krátky časový interval, ktorého dĺžka

mohla byť najviac 0,55 s (t.j. časový interval 0 s až 0,55 s). **Vodič vozidla Škoda 1203 by mal teda pred nárazom vozidla Škoda Octavia k dispozícii najviac len cca 0,55 s** (ak by úkony začal vykonávať v mieste zrážky medzi vozidlami Škoda 1203 a Škoda Octavia) **na odopnutie bezpečnostného pásu, otočenie svojho tela** (ak by ostal pripútaný pásom, tak by ostal pravdepodobne usadený v sedadle vodiča, t.j. laicky povedané „hlavou nadol“) a **vychádzanie v polohe pololežmo-polokľáčmo z interiéru vozidla Škoda 1203 cez vypadnuté čelné sklo.**

V (Kolla, 2009) boli prezentované výsledky série pokusov vozidla s prevrátením za účelom sledovania pohybu živého cestujúceho. Vozidlo bolo vedené vodičom pripútaným trojbodovým bezpečnostným pásom pravou stranou na nájazdovú rampu po prejení ktorej došlo k prevráteniu vozidla na ľavú stranu (t.j. na stranu vodiča). Celkovo bolo vykonaných 11 pokusov, pri ktorých došlo k prevráteniu vozidla o cca 90 ° - t.j. vozidlo ostalo prevrátené len na ľavej strane, nedošlo k prevráteniu na strechu. Najkratší čas, za ktorý bol vodič schopný odopnúť bezpečnostný pás bol cca 5 s (od ukončenia pohybu vozidla, čo bol zároveň začiatok vykonávania fyzického pohybu v snahe odopnúť bezpečnostný pás).

S ohľadom na vyššie uvedené je teda zrejmé, že z časového hľadiska **je technicky neprijateľné, aby došlo k vedomému odopnutiu bezpečnostného pásu vodičom vozidla Škoda 1203, otočeniu jeho tela jeho vlastnými silami a k začiatku vychádzania z interiéru vozidla Škoda 1203 ešte pred nárazom vozidla Škoda Octavia.**

Ak vyššie uvedené úkony (odopnutie pásu, otočenie svojho tela, vyjdenie z vozidla Škoda 1203) **vykonal, tak ich mohol vykonať až po náraze vozidla Škoda Octavia**, ak by bol po tomto náraze v zdravotnom stave, ktorý by mu to umožňoval – **náraz do vozidla Škoda 1203 vozidlom Škoda Octavia s ohľadom na spracovanú analýzu dopravnej nehody, nebol takej intenzity, aby došlo k výraznému poškodeniu zdravia** pasažierov vo vnútri vozidla Škoda 1203 (za predpokladu, že by nedošlo ku kontaktu vozidla Škoda Octavia s telom pasažiera). Na obr. 6 je znázornená technicky prijateľná vzájomná poloha tela vodiča vozidla Škoda 1203 a vozidla, ktoré sa malo v čase tesne po dopravnej nehode podľa svedkov pohybovať v oblasti miesta dopravnej nehody (t.j. návesová súprava). Model tela vodiča vozidla Škoda 1203 (s telesnými rozmermi aproximovanými hyperelipsoidami n-tého rádu - model tela má rovnakú hmotnosť a výšku ako poškodený) sa nachádza v polohe stojmo s miernym vykročením pravou nohou.

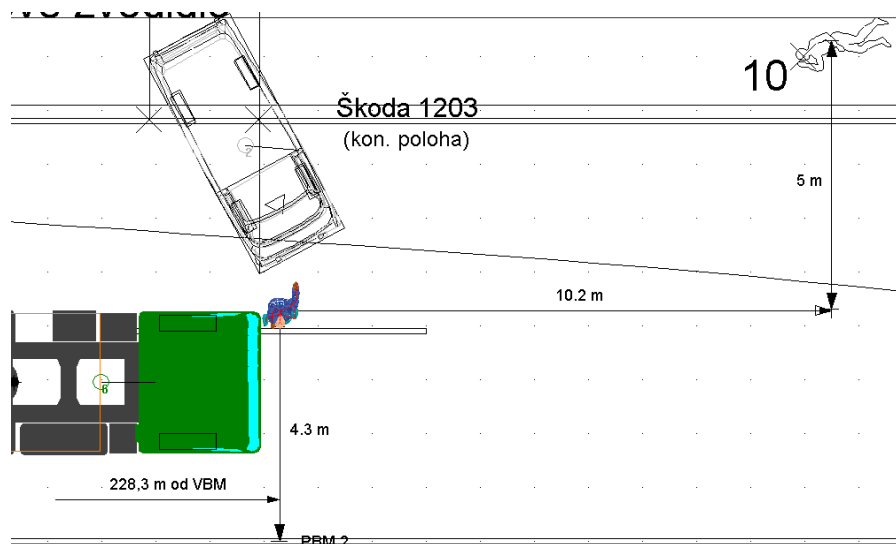


Obr. 6 Technicky prijateľná vzájomná poloha vodiča vozidla Škoda 1203 a neznámej návesovej súpravy

Vo vyššie uvedenom prípade ide o tzv. náraz s čiastočným prekrytím na pravú stranu tela vodiča vozidla Škoda 1203 (t.j. s najintenzívnejším silovým pôsobením na túto stranu tela). Telo človeka v takomto prípade nadobudne po náraze určitú hodnotu doprednej rýchlosti v závislosti od nárazovej rýchlosti, pričom táto hodnota doprednej rýchlosti je nižšia ako v prípade plného prekrytia pri rovnakej rýchlosti (a teda telo je v pozdĺžnom smere odhodené na menšiu vzdialenosť ako v prípade nárazu s plným prekrytím za predpokladu rovnakej nárazovej rýchlosti). Okrem toho telo človeka získa aj určitú rotáciu a zložku rýchlosti, ktorá je priečna na smer pohybu vozidla a smer pohybu tela je šikmo vpred, v prípade tela vodiča vozidla Škoda 1203 by sa pohybovalo v smere k jeho konečnej polohe zadokumentovanej v stope č. 10.

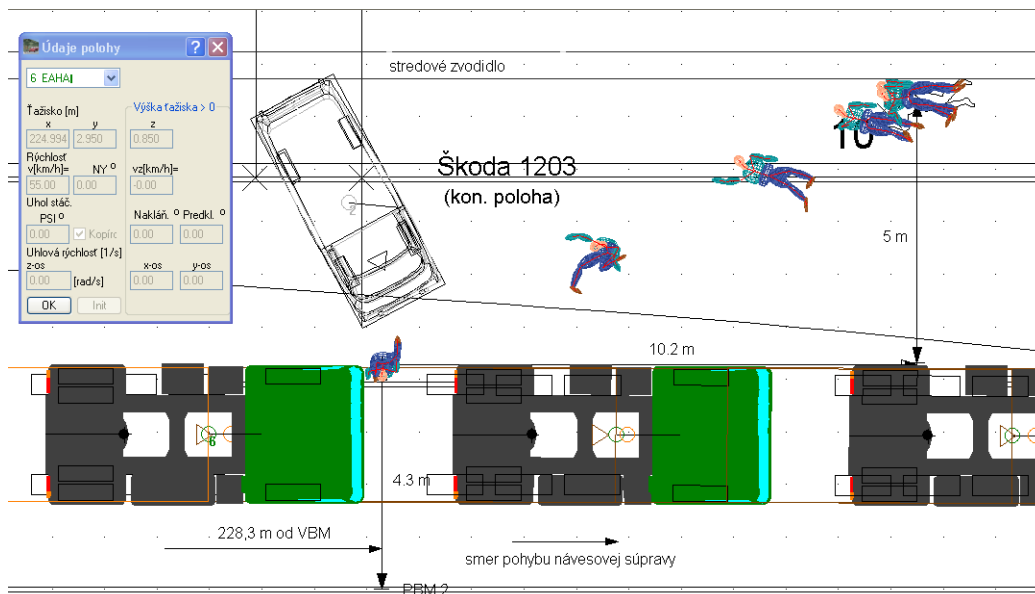
Preto možno považovať **variant nárazu do tela vodiča vozidla Škoda 1203 neznámym tretím vozidlom popisovaný znalcom 3 v jeho znaleckom posudku za technicky prijateľný a vysoko pravdepodobný**, t.j. že vodič vozidla Škoda 1203 bol usmrtený ďalším, neznámym vozidlom až po náraze vozidla Škoda Octavia, po ktorom by z vozidla Škoda 1203 vyšiel z interiéru tohto vozidla vlastnými silami. Z technického hľadiska je vzhľadom na závery znaleckého posudku znalca 3 a pri charaktere zranení vodiča vozidla Škoda 1203 podstatný taký tvar prednej časti vozidla, pri ktorom by riziko vzniku zlomeniny niektorej z dlhých kostí dolnej končatiny bolo menšie – túto definíciu by spĺňal napr. aj ťahač návesovej súpravy, nakoľko v podstate plochá kontaktná plocha vozidla by sa nevyznačovala výrazným reliéfom prednej časti vozidla, ktorý by spôsobil výrazné namáhanie týchto kostí.

Výpočet nárazovej rýchlosti tohto neznámeho vozidla do tela vodiča vozidla Škoda 1203 v tomto prípade je výrazne podmienený nasledovnými (neznámymi) veličinami: skutočné vzájomné prekrytie tela vodiča vozidla Škoda 1203 a neznámeho vozidla (vyššie znázornené je technicky prijateľného, ale ilustratívneho charakteru, pre zistenie skutočného prekrytia by bolo potrebné zohľadniť stopy zanechané telom vodiča vozidla Škoda 1203 na tomto vozidle), tvar prednej časti vozidla (či sa jednalo o nákladné vozidlo, napr. návesovú súpravu, dodávkové vozidlo, vozidlo kategórie SUV), skutočné miesto nárazu neznámeho vozidla do tela vodiča vozidla Škoda 1203 v pozdĺžnom a priečnom smere, či bolo vozidlo tesne pred nárazom a po náraze brzdené. S ohľadom na tieto údaje nie je možné nárazovú rýchlosť do tela vodiča Škoda 1203 presne určiť a o jej hodnote sa je možné vyjadrovať len v rovine technickej prijateľnosti. Ak by došlo k nárazu v oblasti znázornenej na obr. 6 a náraz by bol so vzájomným prekrytím ako na uvedenom obrázku, narážajúce vozidlo by bol ťahač návesovej súpravy, ktorý by počas nárazu nebrzdil. Vodič vozidla Škoda 1203 by vykonával len vstávanie z polohy kľáčko a v doprednom smere by sa nepohyboval, tak pri priečnej a pozdĺžnej vzdialenosti zrejmej z obr. 7 by technicky prijateľná nárazová rýchlosť bola podľa názoru spracovateľa cca 55 km/h (pričom rozsah poškodenia tela vodiča vozidla Škoda 1203 na jeho pravej strane je pri takejto nárazovej rýchlosti s vozidlom, ktoré má väčšiu tuhosť prednej časti ako napríklad osobný automobil technicky prijateľný).

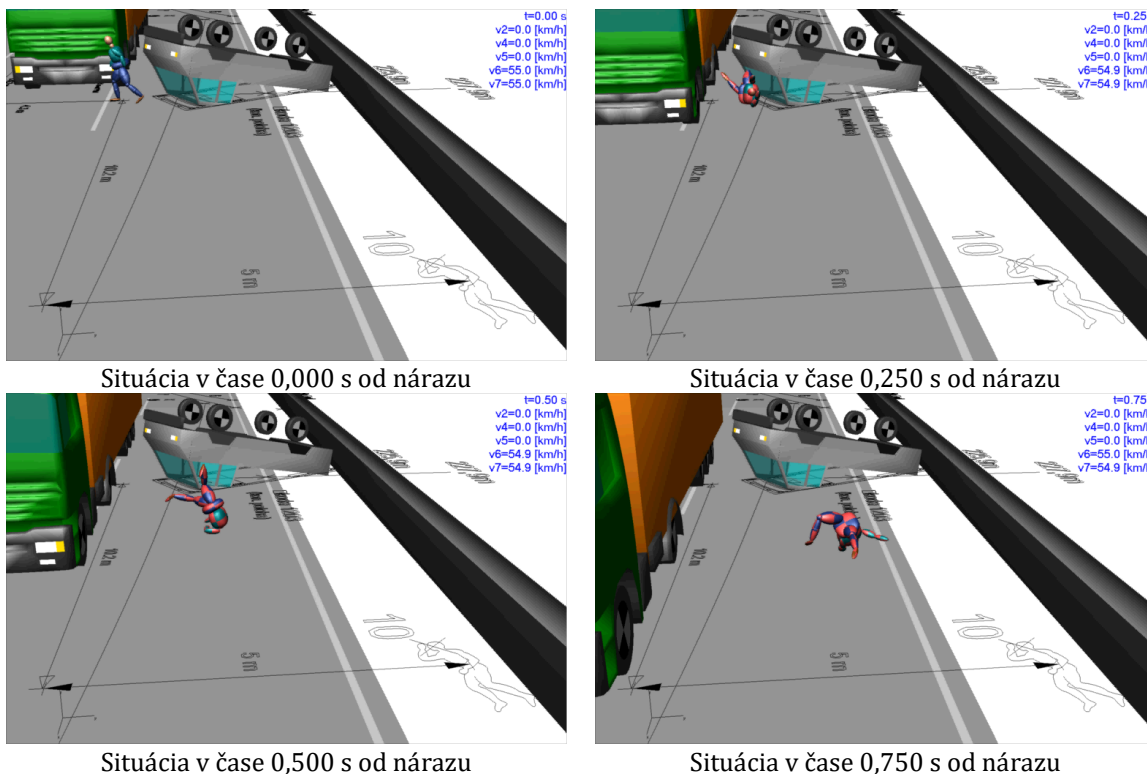


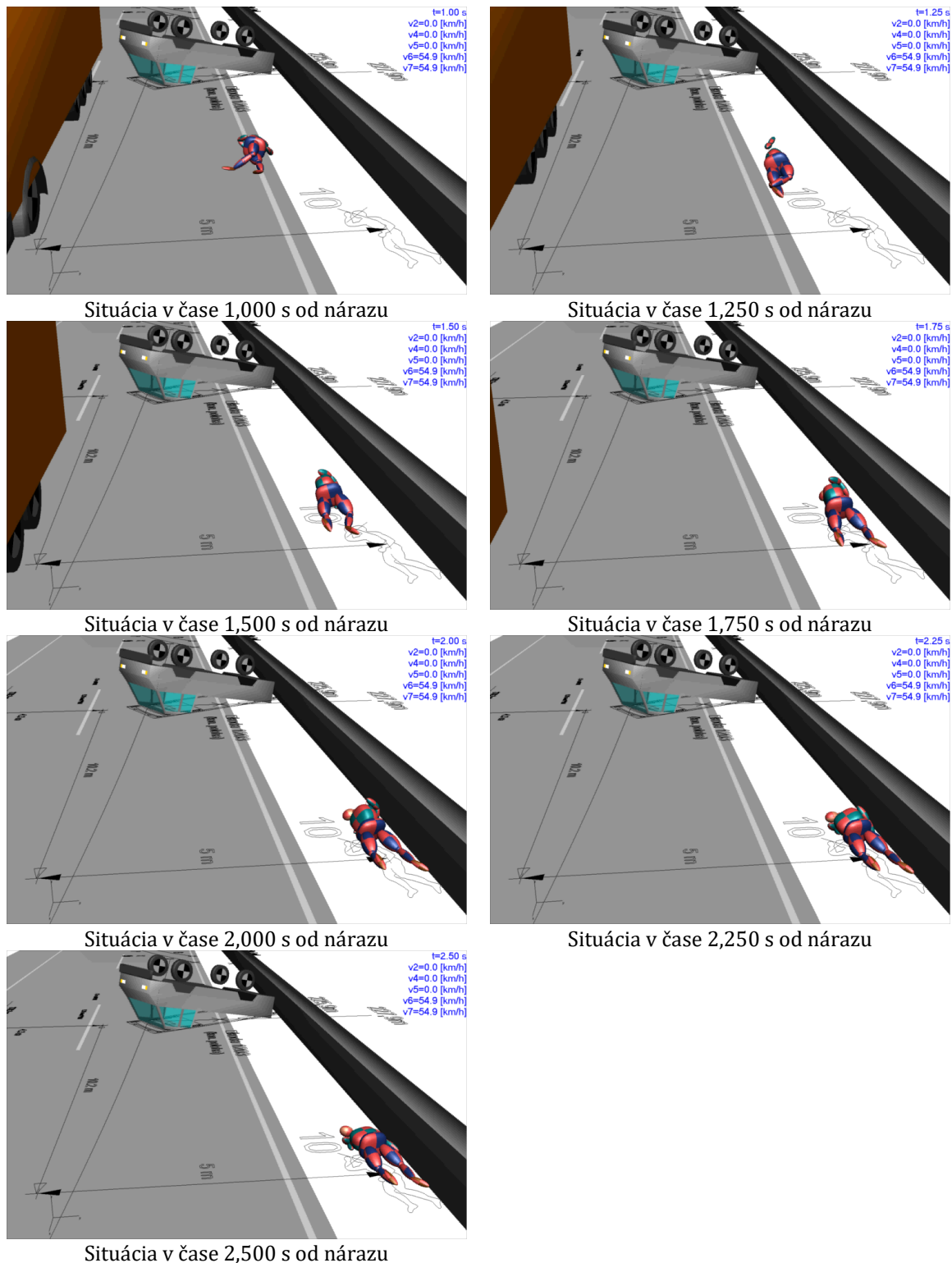
Obr. 7 Pôdorysný pohľad na technicky prijateľnú vzájomnú polohu vodiča vozidla Škoda 1203 a neznámej návesovej súpravy

Hodnota tejto nárazovej rýchlosti bola overená výpočtom v programe PC-Crash (vid' obr. 8 a obr. 9).



Obr. 8 Pôdorysný pohľad na pohyb tela po náraze pri nárazovej rýchlosti 55 km/h v časovom kroku 0,5 s





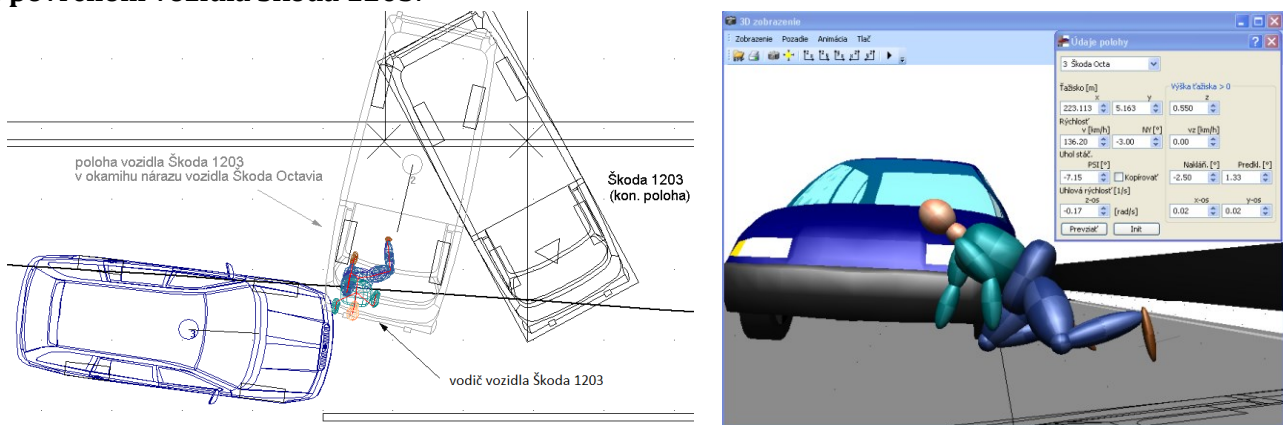
Obr. 9 Priestorový pohľad na pohyb tela po náraze pri náraz. rýchlosti 55 km/h v časovom kroku 0,25s

Z predloženého spisového materiálu nie je zrejmé, v akom stave sa po dopravnej nehode nachádzal bezpečnostný pás vozidla Škoda 1203 (najmä oblasť zámky pásu). Z technického hľadiska preto nie je možné vylúčiť prípad, že v dôsledku predchádzajúceho pohybu vozidla Škoda 1203 a vodiča vozidla Škoda 1203 v rámci tohto pohybu (náraz vozidla Ford Focus do zadnej časti vozidla Škoda 1203, prevracanie sa vozidla Škoda 1203, viacnásobný náraz vozidla Škoda 1203 do stredového zvodidla, pád na strechu po týchto nárazoch) došlo k uvoľneniu bezpečnostného pásu, pričom technicky

najpriateľnejším miestom uvoľnenia by bolo vytrhnutie pásu zo zámky pásu, resp. ukotvenie pásu vo vozidle. Ak by došlo k uvoľneniu pásu takýmto spôsobom, tak **potom mohlo dôjsť aj k pohybu tela vodiča vo vnútri vozidla Škoda 1203 počas nehodového deja** a tento **mohol cez vypadnuté čelné sklo následne čiastočne vypadnúť z interiéru** vozidla Škoda 1203 takým spôsobom, že v okamihu nárazu vozidla Škoda Octavia bol natočený k tomuto vozidlu svojou pravou stranou tela tak, ako to popisujú v doplnení svojho znaleckého posudku znalci 1 a 2 (a teda by mohlo dôjsť k usmrteniu vodiča vozidla Škoda 1203 vozidlom Škoda Octavia).

S ohľadom na predpokladanú funkčnosť pásu počas nehodového deja je však pravdepodobnosť vyššie uvedeného javu (t.j. uvoľnenie pásu) pri priemerne dobrom technickom stave vozidla (aj pri zohľadnení veku vozidla) **veľmi malá**.

Na obr. 10 je znázornená technicky prijateľná vzájomná poloha vozidla Škoda Octavia (v technicky prijateľnom okamihu nárazu do tela vodiča vozidla Škoda 1203). Pri trojrozmernom zobrazení nie je z dôvodu lepšej prehľadnosti zobrazené vozidlo Škoda 1203. V zobrazenom prípade ide z technického hľadiska opäť o náraz s čiastočným prekrytím na pravú stranu tela vodiča vozidla Škoda 1203 (t.j. s najintenzívnejším silovým pôsobením na túto stranu tela) **pri nárazovej rýchlosti cca 136 km/h**. Výsledný pohyb tela vodiča vozidla Škoda 1203 by aj v tomto prípade bol v smere šikmo dopredu k jeho konečnej polohe, pričom celkové odhodenie jeho tela **by muselo byť výrazne utlmené kontaktom s povrchom vozidla Škoda 1203**.



Obr. 10 Technicky prijateľná vzájomná poloha vodiča vozidla Škoda 1203

5 DISKUSIA

Problematika určenia technicky prijateľného mechanizmu zranení ku ktorým došlo v rámci priebehu nehodového deja v cestnej doprave je kontinuálne riešená prakticky od vzniku a rozšírenia automobilovej dopravy. Táto problematika je riešená principiálne z dvoch hlavných dôvodov: z dôvodu určenia mechanizmu úmrtia v rámci forenzného skúmania ako súčasť trestno-právneho procesu a z dôvodu výskumného v oblasti úrazovej biomechaniky a pasívnej bezpečnosti cestných vozidiel.

Porovnanie predstavovanej dopravnej nehody s analogickou dopravnou nehodou ktorej analýza by bola v minulosti publikovaná v odbornej literatúre je relatívne náročné. Autorom toho príspevku nie sú známe publikované analogické prípady, čo s najväčšou pravdepodobnosťou súvisí so špecifickosťou predmetného nehodového deja z pohľadu dynamiky pohybu vozidla Škoda 1203, ako aj celkovým počtom vozidiel medzi ktorými došlo ku rázovému kontaktu. Tento problém nie je charakteristický len pre predstavovanú dopravnú nehodu, ale aj pre značné množstvo ostatných dopravných nehôd v cestnej doprave nakoľko nehodové deje v reálnom svete sa vyznačujú veľkou mierou podmienenosti a heterogenity. Napriek tomu je však možné vykonať aspoň čiastočné porovnanie metodiky riešenia predstavovanej dopravnej nehody s prístupmi publikovanými v odbornej literatúre.

V (Balažic, Prebil, Čertanc, 2006) bola publikovaná rekonštrukcia a analýza dopravnej nehody medzi vozidlami Audi A6 a VW Caravelle ktorej následkom došlo k úmrtiu 9 osôb. Jedným z cieľov rekonštrukcie a analýzy dopravnej nehody bolo (podobne ako v dopravnej nehode, ktorá je predmetom toho príspevku) určiť mechanizmus zranení jednotlivých účastníkov nehody pre posúdenie funkčnosti zádržných systémov. Autori zdôrazňujú nutnosť vykonať dôslednú rekonštrukciu pohybu jednotlivých vozidiel s využitím simulačného softvéru (v ich prípade program CARAT) na to aby bolo možné určiť mechanizmus, veľkosť a smer zraňujúcich síl v interiéri vozidiel, a teda, že k mechanizmu zranení nie je možné sa vyjadriť len na základe lekárskeho pitevných správ. Vzhľadom na fakt, že sa jednalo o kolíziu len dvoch vozidiel nebolo nutné v rámci danej analýzy vykonať časové ohraničenie hypotetických úkonov tak ako to bolo v prípade dopravnej nehody, ktorá je predmetom tohto príspevku.

(Lei, et al., 2008) prezentovali vo svojom príspevku rekonštrukciu a analýzu 2 dopravných nehôd motocyklov s osobným automobilom. Autori definovali obe dopravné nehody ako „typické“, pričom cieľom ich príspevku bolo zodpovedanie otázky kto z pasažierov daného motocykla tento motocykel viedol ako vodič. Autori pre zodpovedanie danej otázky využili (podobne ako autori tohto príspevku) viac telesový model ľudského tela v matematicko-fyzikálnom programe MADYMO. Autorom sa podarilo na základe takto vykonanej rekonštrukcie a analýzy identifikovať charakter nehodového silového namáhania pôsobiaceho na telá osádok motocyklov a následne vykonať koreláciu tohto silového namáhania s identifikovanými zraneniami. Bol zistený rozdiel v charaktere silového namáhania, ktorému je vystavený vodič a pasažier motocykla čo umožnilo určenie polohy osôb na motocykle pred dopravnou nehodou.

(Carter, Neal-Sturgess, 2009) realizovali simulačnú rekonštrukciu a analýzu dopravnej nehody s využitím programu MADYMO medzi malým osobným automobilom a cyklistkou pričom analyzovali primárny rázový kontakt tela cyklistky s exteriérom vozidla, ako aj sekundárny rázový kontakt cyklistky s objektom zástavky autobusu do ktorého bolo telo odhodené. Známe vstupné údaje boli nastavené v súlade s podkladovými materiálmi (policajná zápisnica, stopy na vozidle, trecie stopy na vozovke, svedecké výpovede) a neznáme vstupné údaje boli iteratívne upravované aby kinematika pohybu modelu tela cyklistky bola v zhode s následným sekundárnym kontaktom. Autori konštatujú, že je v takýchto prípadoch (t.j. pri nehodových dejoch s primárnym aj sekundárnym kontaktom) náročné jednoznačne ustáliť závažnosť vplyvu jednotlivých zranení na výsledný zdravotný stav zraniteľného účastníka dopravnej nehody.

(Muggenthaler, et al., 2023) prezentovali vo svojom príspevku prípadovú štúdiu špecifickej dopravnej nehody medzi motocyklom a malým nákladným vozidlom. Špecifickosť prípadu spočívala v izolovanom smrteľnom zranení hrudníka motocyklistu ktoré je možné označiť ako neštandardné. Vzhľadom na malý počet zadokumentovaných stôp na mieste nehody nebolo možné zrealizovať komplexnú rekonštrukciu pohybu kinematiky tela motocyklistu, alebo určenie nárazovej rýchlosti. Pri riešení daného problému bol použitý interdisciplinárny prístup, ktorý zahŕňal patologický rozbor zranení motocyklistu a 3D modelovanie vozidiel v programe PC-Crash s využitím 3D skenov vozidiel pre určenie technicky prijateľnej vzájomnej polohy vozidiel a tela motocyklistu ako aj najpravdepodobnejší mechanizmus vzniku špecifického zranenia hrudníku. Autori konštatujú, že aj v prípade nedostatku nehodových stôp a pri nemožnosti realizácie komplexnej rekonštrukcie pohybu vozidiel je pri použití daného interdisciplinárneho prístupu možné sa vyjadriť aspoň k základnej polohe vozidiel v okamihu zrážky a k mechanizmu zranenia.

(Breen, et al., 2021) zrealizovali vo svojom výskume analýzu štatisticky relevantnej vzorky dopravných nehôd s cestnými vozidlami medzi rokmi 2000-2014 v juhovýchodnom Nórsku s cieľom identifikácie možných rozdielov v zraneniach jednotlivých pasažierov vnútri vozidiel s cieľom následnej možnej identifikácie vodiča vozidla. Autori konštatujú, že bolo možné identifikovať len malé rozdiely v charaktere zranení, ktoré sú špecifické pre vodiča vozidla, resp. špecifické pre ostatných pasažierov. Na základe výsledkov výskumu autori neodporúčajú identifikáciu polohy osôb vo vozidle len na základe pitevných

nálezov ale len v spojení ostatnými okolnosťami nehodového deja, t.j. na základe interdisciplinárneho prístupu k riešeniu danej dopravnej nehody.

Je teda možné konštatovať, že k riešeniu problematiky ustálenia mechanizmu vzniku zranení účastníkov cestných dopravných nehôd, najmä so špecifickým priebehom tak ako bol prezentovaný v tomto príspevku je žiadúce pristupovať z hľadiska interdisciplinárneho pri zohľadnení podkladov od znalcov z odboru súdne lekárstvo a pri komplexnom zohľadnení pohybu vozidiel, pohybu osôb a pri časovom ohraničení jednotlivých dejov (ak je to možné).

6 ZÁVER

V závere článku je možné z technického hľadiska konštatovať nasledovné:

- za predpokladu, že telo vodiča vozidla Škoda 1203 ostalo pripútané bezpečnostným pásom až do dosiahnutia miesta zrážky s vozidlom Škoda Octavia **je z časového hľadiska technicky neprijateľné**, aby vodič vozidla Škoda 1203 stihol odopnúť pás, otočiť svoje telo tak, aby bol pravou stranou svojho tela prevrátený k prichádzajúcemu vozidlu Škoda Octavia **a aby začal opúšťať vozidlo Škoda 1203 ešte pred nárazom vozidla Škoda Octavia,**
- **je technicky prijateľné, že vodič vozidla Škoda 1203 mohol opustiť vlastnými silami vozidlo Škoda 1203 cez vypadnuté čelné sklo po náraze vozidla Škoda Octavia do jeho vozidla Škoda 1203 a teda k jeho usmrteniu mohlo dôjsť nárazom neznámeho tretieho vozidla** po opustení interiéru vozidla Škoda 1203,
- nie je možné z technického hľadiska vylúčiť ani variant, že došlo k uvoľneniu bezpečnostného pásu a telo vodiča vozidla Škoda 1203 sa v rámci interiéru vozidla Škoda 1203 pohybovalo tak, že po dosiahnutí miesta zrážky s vozidlom Škoda Octavia nadobudlo toto telo voči vozidlu prichádzajúcemu vozidlu Škoda Octavia polohu uvádzanú znalcami 1 a 2 v doplnení ich znaleckého posudku. **Tento jav** (uvoľnenie pásu a pohyb tela vodiča vozidla Škoda 1203 takýmto spôsobom) **je však veľmi málo pravdepodobný.** Ďalej je z technického hľadiska pravdepodobnejšie, že vodič vozidla Škoda 1203 by utrpel predmetné zranenia nezlučiteľné zo životom pri nižšej nárazovej rýchlosti (t.j. rozsah zranení zodpovedá skôr nárazovej rýchlosti bližšej k hodnote cca 55 km/h ako hodnote cca 136 km/h). **Pri vysokých nárazových rýchlostiach je z technického hľadiska možné očakávať vyšší rozsah poškodenia tela,** najmä pri zohľadnení, že náraz ľavého predného rohu vozidla Škoda by smeroval na hlavu vodiča vozidla Škoda 1203.

Podakovanie

Tento príspevok bol podporený Agentúrou pre podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-20-0626. Tento príspevok bol vypracovaný v rámci projektu APVV-20-0626: Biomechanicky verná náhrada ľudského tela pre zvýšenie objektivity forenzej analýzy cestných dopravných nehôd.

Literatúra

Balažic, J., Prebil, I., Čertanc, N. **2006.** *Computer simulation of the accident with nine victims.* Forensic Science International 156(2-3): 161-165

Breen, J., M., Næss, P., A., Gaarder, C., Stray-Pedersen, A. **2021.** *Autopsy findings in drivers and passengers from fatal motor vehicle collisions: limited differences in injury patterns and toxicological test results.* Forensic Science, Medicine and Pathology 17: 235-246

Carter, E., L., Neal-Sturgess, C.,E. **2009.** *MADYMO reconstruction of a real-world collision between a vehicle and cyclist.* International Journal of Crashworthiness 14(4): 379-390

DSD, Dr. Steffan Datentechnik Linz – Austria. *PC-Crash software (v12.0.0.21a).* [Online]. Dostupné z: <http://www.dsd.at> [cit.: 2019, 18. august].

Kolla, E. **2009**. Sledovanie pohybu cestujúceho pri prevrátení automobilu. *Dizertačná práca*. Žilinská univerzita v Žiline. 153 s.

Lei, G., Xian-Long, J., Xiao-Yun, Z., Jie, S., Yi-Jiu, C., Jian-Guo, C. **2008**. *Study of injuries combining simulation in motorcycle-car collision accident*. Forensic Science International 177(2-3): 90-96

Muggenthaler, H., Busmann, D., Autsch, A., Hubig, M., Subramaniam, J., S., Mall, G., Wittschieber, D. **2023**. *Stabbed by motorcycle? Reconstruction of an unusual traffic accident*. International Journal of Legal Medicine 137: 601-607

PC-Crash. **2018**. *A Simulation Program for Vehicle Accidents - Operating and Technical Manual Version 12.0*, Linz, Austria.

Wach, W. **2011**. *Simulation of Vehicle Accidents using PC-Crash*. Linz: DSD - Dr. Steffan Datentechnik GmbH.