Ing. et Ing. Bc. Martin Bilík
Ing. Michal Belák
Ing. Albert Bradáč, Ph.D.
Ing. et Ing. Kateřina Bucsuházy
Ing. Michal Křižák
Ing. Roman Mikulec
Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.
Ing. Ivo Stáňa
Ing. Stanislav Tokař
Doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.

# Crashday 2016 – nárazové zkoušky vozidel

Crashday 2016 – Passenger Car Crash Tests

*ABSTRAKT: Akce Crashday 2016 byla vyvrcholením několikaletých příprav Ústavu soudního inženýrství Vysokého učení technického v Brně, jejichž cílem bylo vyvinout a připravit vybavení pro realizaci a sběr dat při nárazových zkouškách vozidel. Pro tuto akci se podařilo zajistit ve spolupráci se společností Škoda Auto vozidla Škoda Superb a Škoda Fabia roku výroby 2015. Obsahem tohoto příspěvku je představení použitého speciálně vyvinutého vybavení a prezentace výsledků čtyř nárazových zkoušek, využitelných ve znalecké analýze.*

*KLÍČOVÁ SLOVA: analýza silniční nehody, nárazové zkoušky, sběr dat, střet, zpomalení*

*ABSTRACT: The Institute of Forensic Engineering of the Technical University in Brno has in terms of event called Crashday 2016 finished efforts which took several years of preparation for crash test data collection. The goal of the institute's effort was to develop and prepare equipment for dynamical data collection during crash tests. With the help of cooperation with Skoda manufacturer the vehicles of Skoda Superb and Skoda Fabia (production year 2015) have been ensured. The content of this paper aims at presentation of a specially developed equipment and presentation of the four crash tests results.*

*KEYWORDS: Road accident analysis, crash tests, data mining, impact, deceleration.*

## 1. ÚVOD

Akce Crashday 2016 navázala na ročník 2015 a byla pořádána opět ve spolupráci Ústavu soudního inženýrství VUT v Brně (ÚSI; v grafech IFE – Institute of Forensic Engineering), Evropské společnosti pro výzkum a analýzu nehod (EVU) a společnosti REC Group s.r.o. Jednalo se o realizaci nárazových zkoušek automobilů, kdy pro ročník 2016 poskytla společnost Škoda Auto a.s. dvě vozidla roku výroby 2015. Cílem příspěvku je prezentace průběhu a dílčích výsledků.

Příspěvek byl ve zkrácené verzi dílčím způsobem publikován na konferenci Forenzná činnosť v cestnej doprave, Žilina 2017 pro omezený okruh posluchačů a byl následně doplněn a přepracován.

## 2. POUŽITÁ TECHNIKA

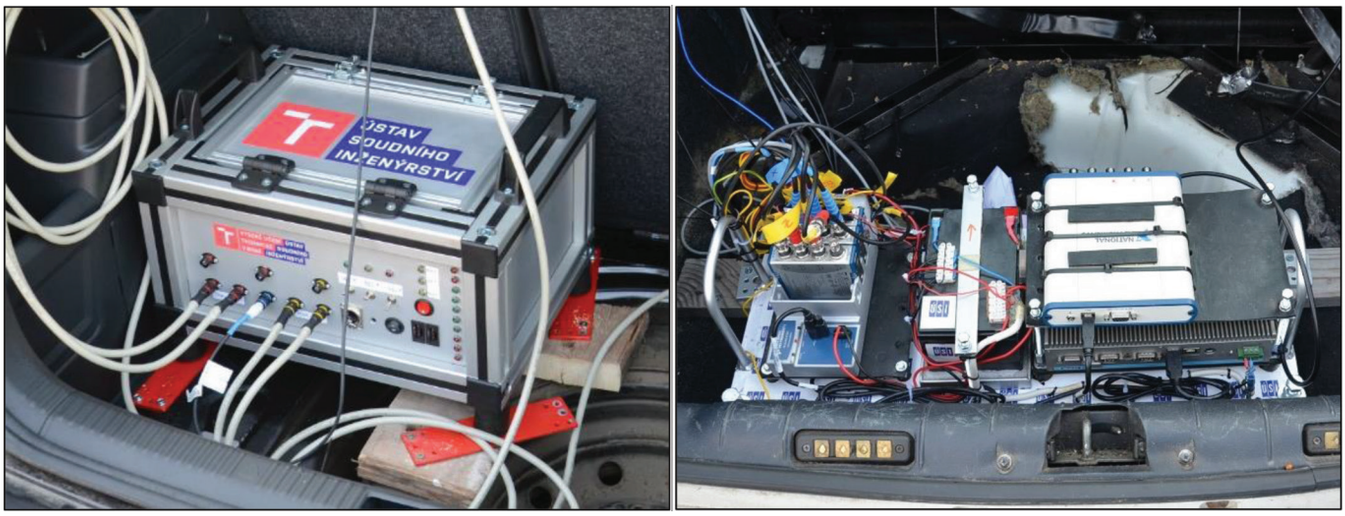
### 2.1 Záznamové zařízení ÚSI RIO

Ve spolupráci s Fakultou strojního inženýrství VUT v Brně bylo v průběhu let 2015 a 2016 na ÚSI vyvinuto zařízení pro sběr dat při nárazových a jízdních zkouškách vozidel ÚSI RIO. Toto zařízení navazuje na předchozí zařízení ÚSI DAQ, které bylo vyvíjeno v předchozích letech.

Zařízení ÚSI RIO je sestaveno s využitím primárních komponent od firmy National Instruments™. Ve shodě s předchozími zařízeními jsou nosné části zařízení dimenzovány tak, aby nedošlo při nárazové zkoušce k poškození záznamových komponent, které jsou v současné době schopny zaznamenávat data současně z 32 digitálních nebo analogových kanálů

*Dodáno autory do redakce 18. 5. 2017. • Recenzní řízení od 19. 5. do 6. 6. 2017.*

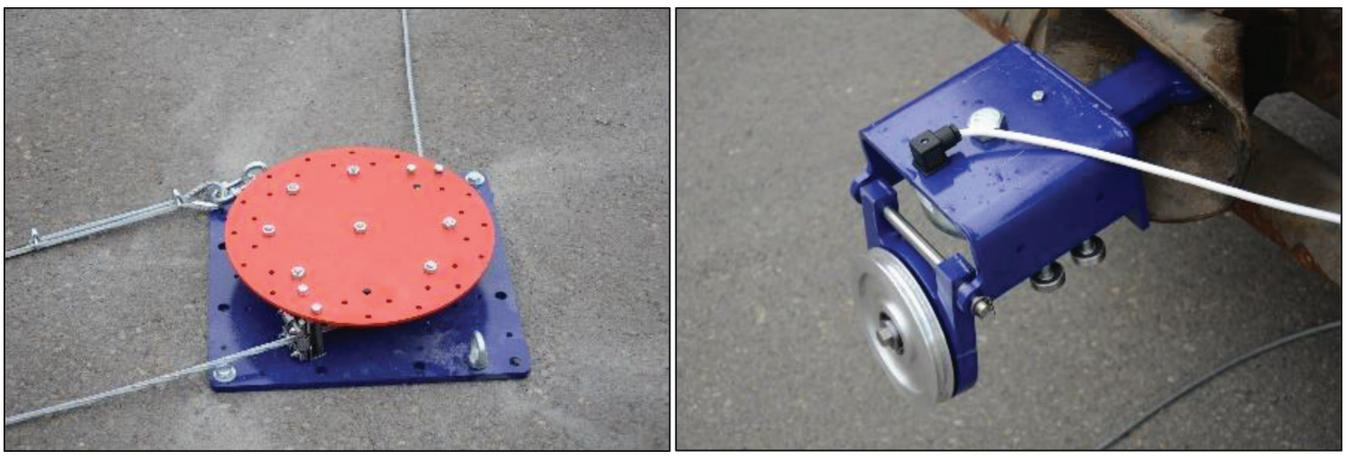
*Ing. et Ing. Bc. Martin Bilík, Ústav soudního inženýrství Vysoké učení technické v Brně, Purkyňova 118, 612 00 Brno, e-mail: martin.bilik@usi.vutbr.cz*
*Ing. Michal Belák, Ústav soudního inženýrství Vysoké učení technické v Brně, Purkyňova 118, 612 00 Brno, e-mail: michal.belak@usi.vutbr.cz*
*Ing. Albert Bradáč Ph.D., Ústav soudního inženýrství Vysoké učení technické v Brně, Purkyňova 118, 612 00 Brno, e-mail: ing.bradac@usi.vutbr.cz*
*Ing. et Ing. Kateřina Bucsuházy, Ústav soudního inženýrství Vysoké učení technické v Brně, Purkyňova 118, 612 00 Brno, e-mail: katerina.bucsuhazy@usi.vutbr.cz*
*Ing. Michal Křižák, Ústav soudního inženýrství Vysoké učení technické v Brně, Purkyňova 118, 612 00 Brno, e-mail: michal.krizak@usi.vutbr.cz*
*Ing. Roman Mikulec, Ústav soudního inženýrství Vysoké učení technické v Brně, Purkyňova 118, 612 00 Brno, e-mail: roman.mikulec@usi.vutbr.cz*
*Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D., Ústav soudního inženýrství Vysoké učení technické v Brně, Purkyňova 118, 612 00 Brno, e-mail: marek.semela@usi.vutbr.cz*
*Ing. Ivo Stáňa, Ústav soudního inženýrství Vysoké učení technické v Brně, Purkyňova 118, 612 00 Brno, e-mail: ivo.stana@usi.vutbr.cz*
*Ing. Stanislav Tokař, Ústav soudního inženýrství Vysoké učení technické v Brně, Purkyňova 118, 612 00 Brno, e-mail: stanislav.tokar@usi.vutbr.cz*
*Doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D., Ústav soudního inženýrství Vysoké učení technické v Brně, Purkyňova 118, 612 00 Brno, e-mail: ales.vemola@usi.vutbr.cz*



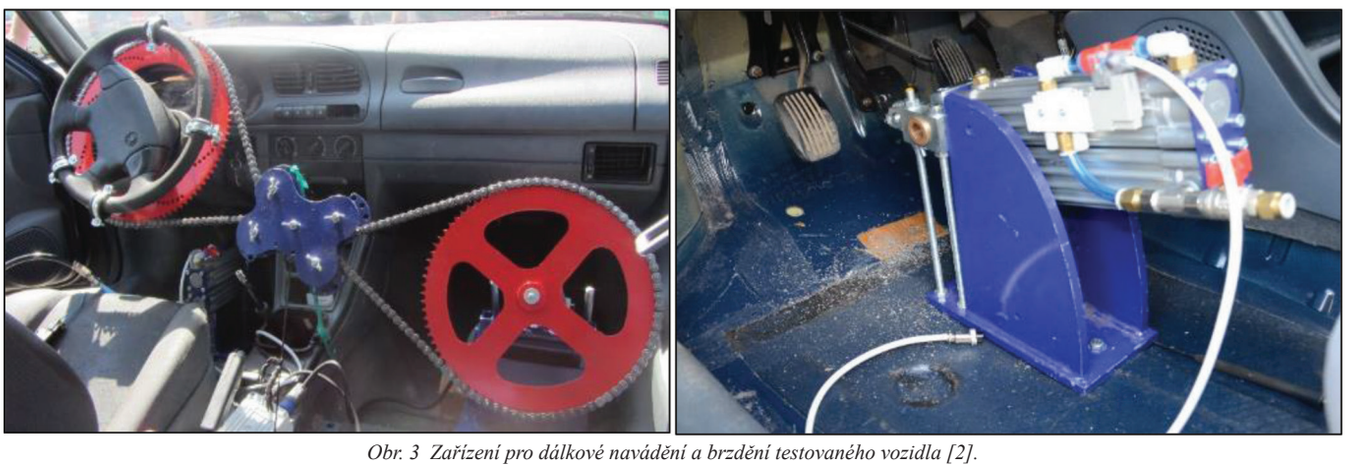

*Obr. 1 Vlevo: ÚSI RIO, vpravo: ÚSI DAQ [2].*
*Figure 1 Left: ÚSI RIO, right: ÚSI DAQ [2].*

najednou při volitelné frekvenci záznamu dat (při akci Crashday 2017 byla sbírána data maximální frekvencí 50 kHz).

K zařízení je možné připojit požadovaný počet snímačů, pro nárazové zkoušky ÚSI v současné době používá snímače PCB Piezotronic a Analog Devices™. Ovládání zařízení je možné nejen pomocí PC přes vzdálenou plochu, ale také přímo pomocí ovládacího panelu na čelní straně zařízení. Porovnání ÚSI RIO a ÚSI DAQ při jejich osazení v testovaných vozidlech je patrné na obr. 1.



*Obr. 2 Naváděcí kladka a dálkově ovládaný rozpínací prvek [2].*
*Figure 2 Guiding pully and remote controlled unlocking device [2].*



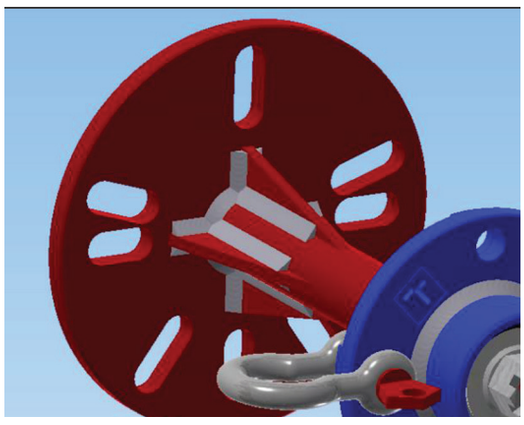
*Obr. 3 Zařízení pro dálkové navádění a brzdění testovaného vozidla [2].*
*Figure 3 Device for remote controlled steering and braking of tested vehicle [2].*

### 2.2 Zařízení pro roztah vozidel

V průběhu let 2015 a 2016 bylo ÚSI kompletně navrhnuto a vytvořeno potřebné vybavení, pomocí kterého je možné roztáhnout libovolné vozidlo do střetu. V současné době je s vybavením možné roztáhnout jedno nebo obě testovaná vozidla pomocí soustavy tažných lan a naváděcích kladek s využitím tažného vozidla.

Roztah vozidel je možné kdykoliv přerušit pomocí dálkově ovládaného prvku, kterým dojde k rozpojení tažného lana u tažného vozidla. Roztahovaná vozidla je rovněž možné dálkově brzdit s využitím jejich brzd a korigovat jejich směr pomocí dálkového řízení (obr. 2, 3).

Připojení tažného lana k vozidlu je provedeno pomocí speciálního lana, které je uchyceno ke speciálním přípravkům na kolech vozidel (obr. 4).



*Obr. 4 3D model přípravku pro upevnění lana ke kolům roztahovaného vozidla [2].*
*Figure 4 3D model of tool for rope fastening to wheels of tested vehicle [2].*

## 3. REALIZOVANÉ NÁRAZOVÉ ZKOUŠKY

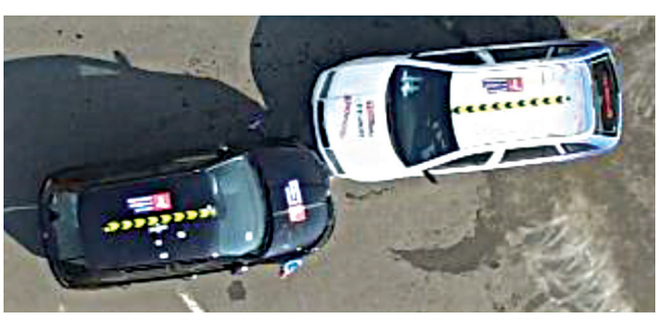
### 3.1 Test 1 – generační střet vozidel Škoda

Při tomto testu došlo k čelnímu střetu s částečným překrytím vozidla Škoda Fabia 3. generace jedoucího rychlostí 57 km/h se stojícím vozidlem Škoda Fabia Combi 1. generace. Střetová konfigurace vozidel je patrná z obr. 5.

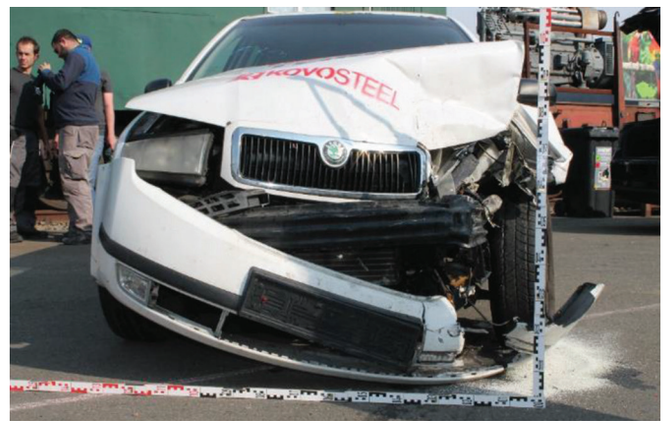
Parametry vozidel a jejich poškození po střetu jsou patrné z tab. 1 a obr. 6.

Průběh zpomalení/zrychlení a rychlosti vozidel při testu je vyobrazen na obr. 7.

Nárazová zkouška byla zaznamenána pomocí vysokorychlostní kamery, snímky z tohoto videa jsou patrné z obr. 8.



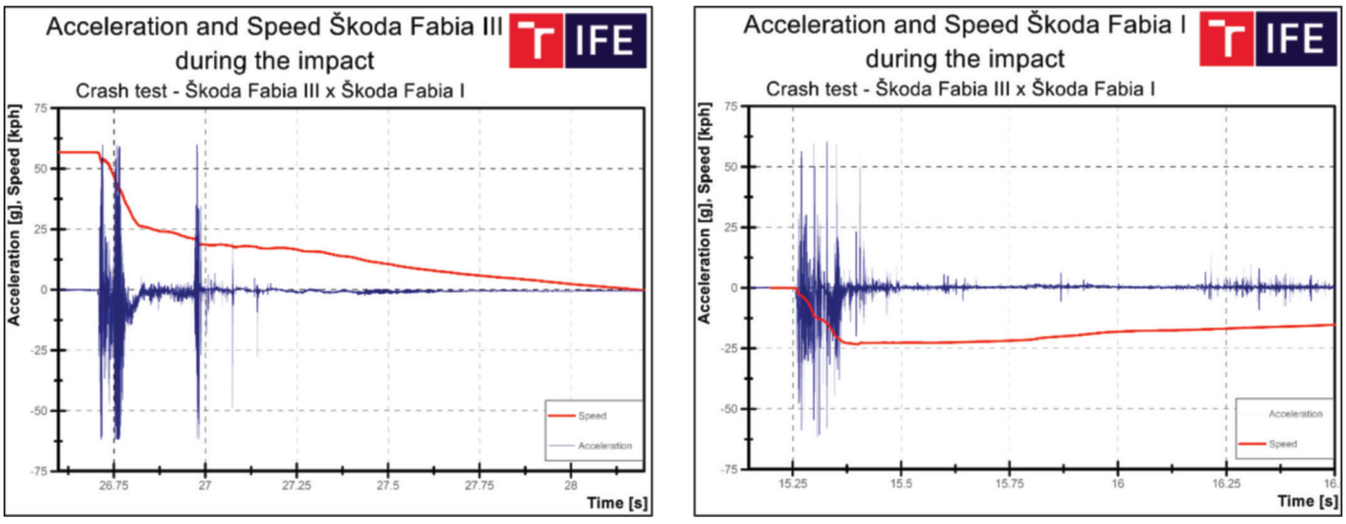
*Obr. 5 Střetová konfigurace vozidel při testu 1 [2].*
*Figure 5 Impact configuration of vehicles in crash 1 [2].*



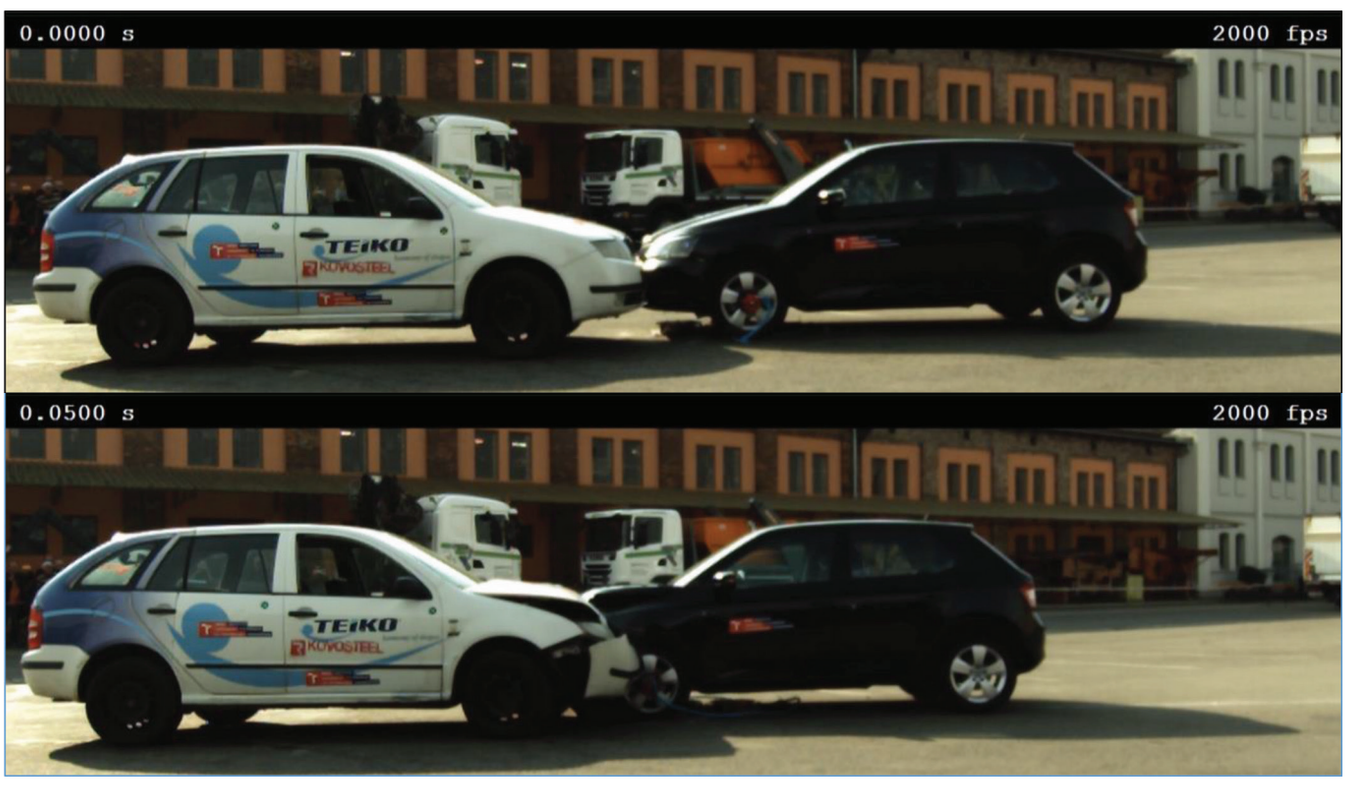
*Obr. 6 Poškození vozidel po testu 1 [2].*
*Figure 6 Damage of vehicles post crash 1 [2].*

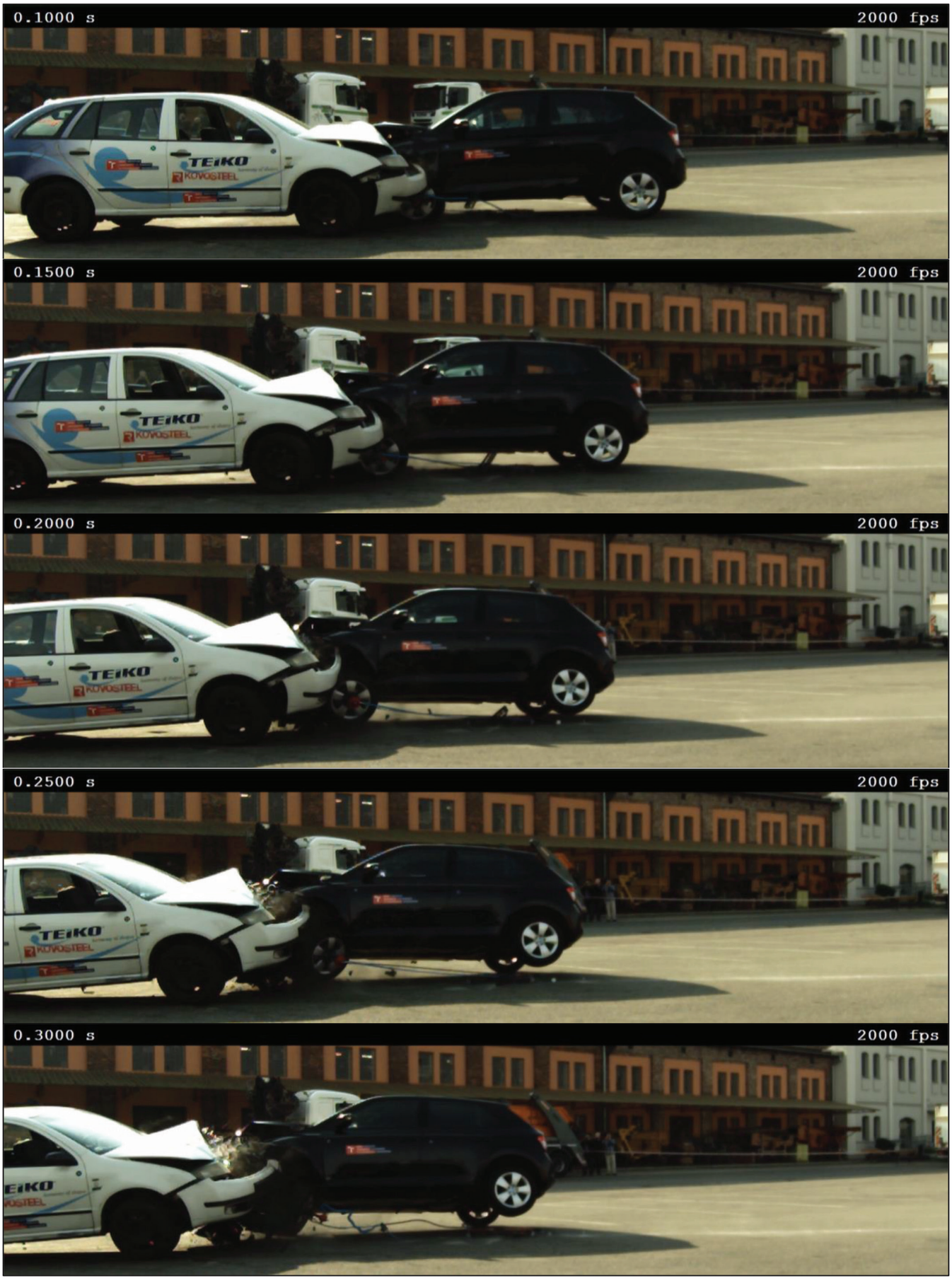
**Tab. 1 Parametry vozidel při testu 1.**
**Table 1 Parameters of the vehicles in the test 1.**

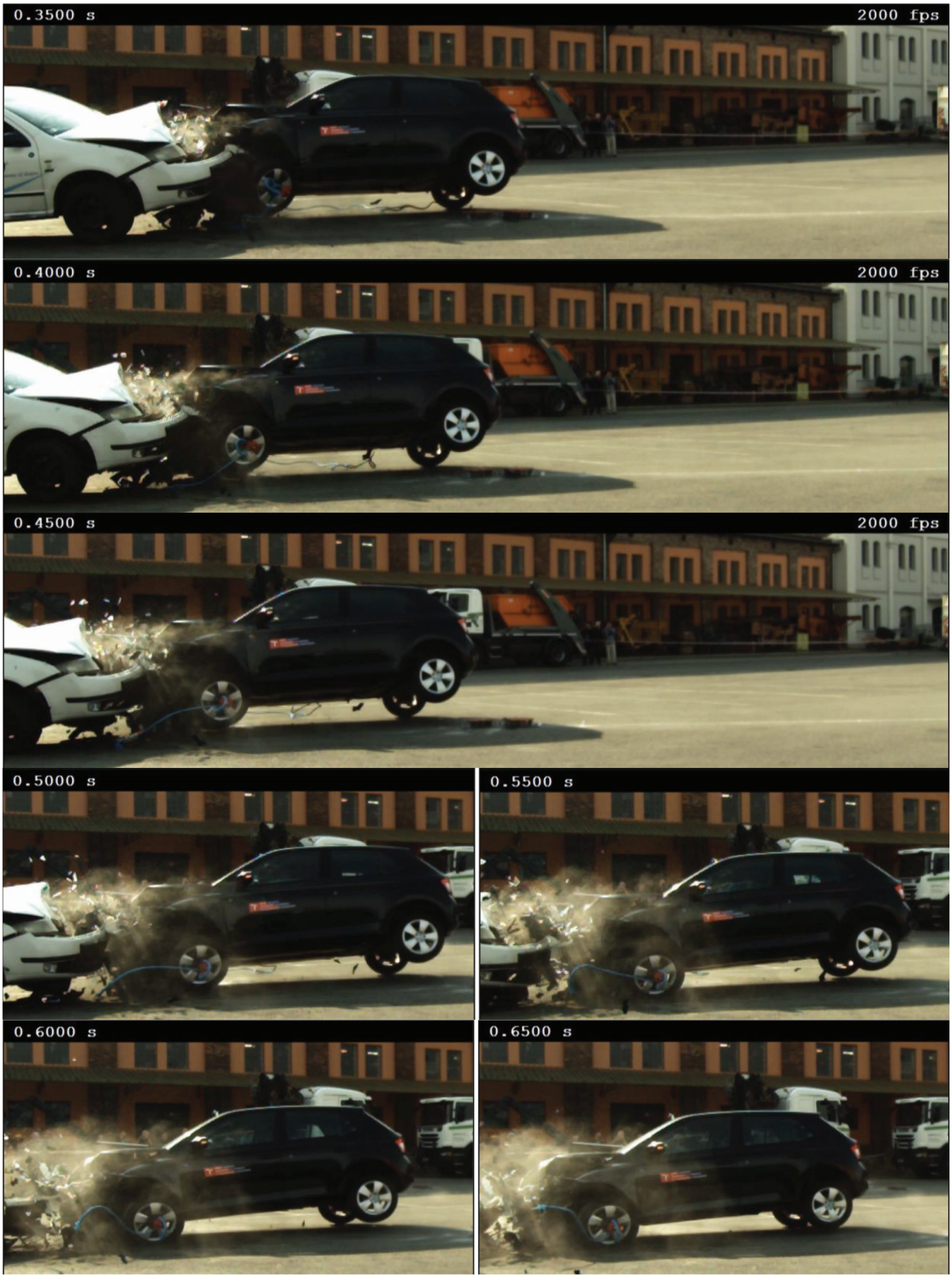
| Parametr\vozidlo | Škoda Fabia III (černá) | Škoda Fabia Combi I (bílá) |
|---|---|---|
| Délka (mm) | 3 992 | 4 222 |
| Šířka (mm) | 1 732 | 1 646 |
| Výška (mm) | 1 467 | 1 418 |
| Rozvor (mm) | 2 470 | 2 462 |
| Hmotnost (kg) | 1 100 | 1 000 |
| Střetová rychlost (km/h) | 57 | 0 |
| Postřetová dráha do konečné polohy (m) | 7,4 | 16,3 (odcouvalo) |
| Postřetové natočení do konečné polohy | 30 ° | 20 ° |




*Obr. 7 Průběh zpomalení / zrychlení a rychlosti vozidel při testu 1 [2].*
*Figure 7 Course of acceleration and speed during test 1 [2].*




0.1000 s
2000 fps
0.1500 s
2000 fps
0.2000 s
2000 fps
0.2500 s
2000 fps
0.3000 s
2000 fps


0.3500 s
2000 fps
0.4000 s
2000 fps
0.4500 s
2000 fps
0.5000 s
0.5500 s
0.6000 s
0.6500 s

*Obr. 8 Snímky z vysokorychlostní kamery při testu 1 [2].*
*Figure 8 Samples from highspeed camera during test 1 [2].*

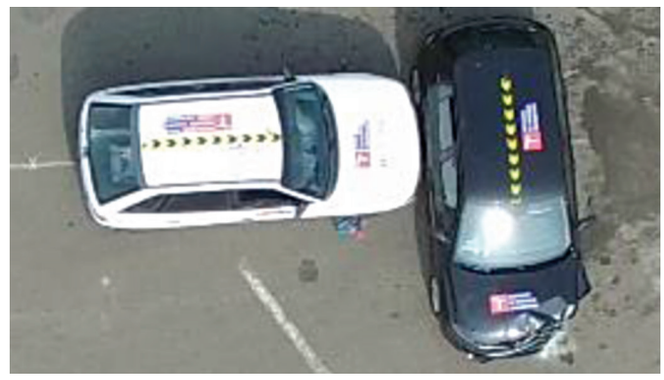
### 3.2 Test 2 – náraz do boku stojícího vozidla

Při tomto testu došlo bočnímu střetu s plným překrytím vozidla Opel Astra F jedoucího rychlostí *60 km/h,* do boku stojícího vozidla Škoda Fabia 3. generace. Střetová konfigurace vozidel je patrná z obr. 9.

Parametry vozidel a jejich poškození po střetu jsou patrné z tab. 2 a obr. 10.

Průběh zpomalení/zrychlení a rychlosti vozidel při testu je vyobrazen na obr. 11.

Nárazová zkouška byla zaznamenána pomocí vysokorychlostní kamery, snímky z tohoto videa jsou patrné z obr. 12.

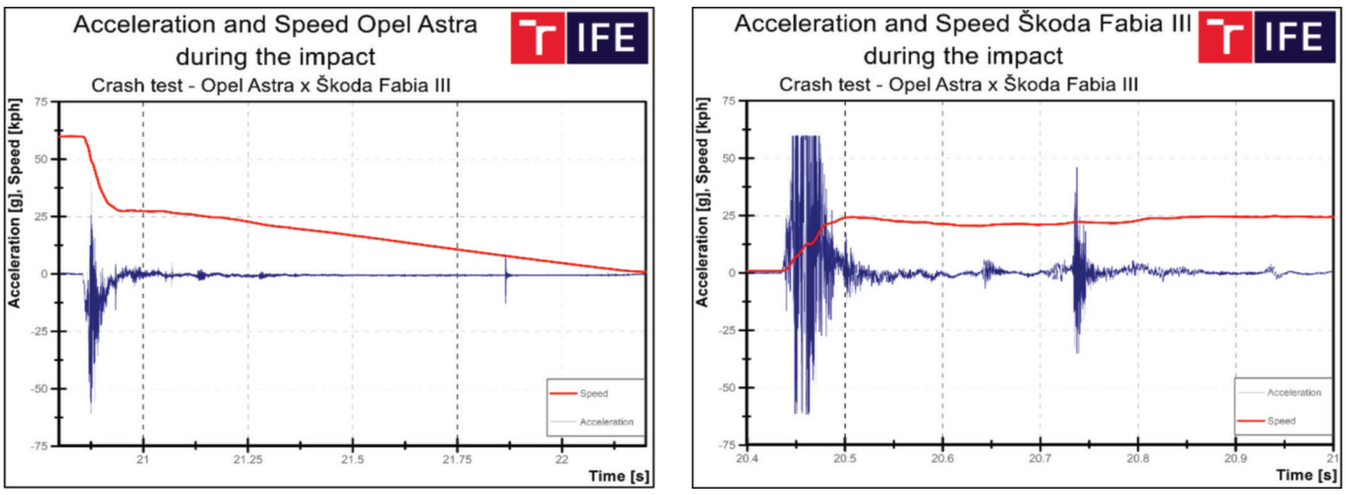


*Obr. 9 Střetová konfigurace vozidel při testu 2 [2].*
*Figure 9 Impact configuration of vehicles in test 2 [2].*

*Obr. 10 Poškození vozidel po testu 2 [2].*
*Figure 10 Damage of vehicles post crash 2 [2].*

**Tab. 2 Parametry vozidel při testu 2 .**
**Table 2 Parameters of the vehicles in the test 2.**

| Parametr\vozidlo | Opel Astra F | Škoda Fabia III (černá) |
|---|---|---|
| Délka (mm) | 4 051 | 3 992 |
| Šířka (mm) | 1 795 | 1 732 |
| Výška (mm) | 1 410 | 1 467 |
| Rozvor (mm) | 2 517 | 2 470 |
| Hmotnost (kg) | 950 | 1 100 |
| Střetová rychlost (km/h) | 60 | 0 |
| Postřetová dráha do konečné polohy (m) | 5,7 | 7,3 |
| Postřetové natočení do konečné polohy | 17 ° | 207 ° |




*Obr. 11 Průběh zpomalení / zrychlení a rychlosti vozidel při testu 2 [2].*
*Figure 11 Course of acceleration and speed during test 2 [2].*

0.0500 s
2000 fps
KOVOSTEL
0.0750 s
2000 fps
KOVOSTEL
0.1000 s
2000 fps
KOVOSTEL
0.1500 s
2000 fps
KOVOSTEL

*Obr. 12 Snímky z vysokorychlostní kamery při testu 2.*
*Figure 12 Samples from highspeed camera during test 2 [2].*

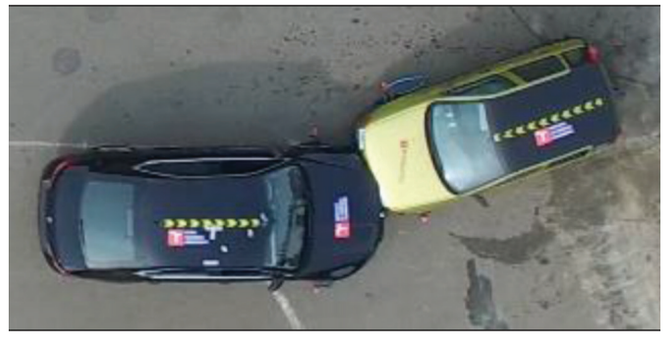
### 3.3 Test 3 – šikmý střet jedoucích vozidel

Při tomto testu došlo šikmému střetu s částečným překrytím vozidla Škoda Superb 3. generace jedoucího rychlostí *50 km/h,* s vozidlem Fiat Punto jedoucím rychlostí *25 km/*h. Střetová konfigurace vozidel je patrná z obr. 13.

Parametry vozidel a jejich poškození po střetu jsou patrné z tab. 3 a obr. 14.

Průběh zpomalení/zrychlení a rychlosti vozidel při testu je vyobrazen na obr. 15.

Nárazová zkouška byla zaznamenána pomocí vysokorychlostní kamery, snímky z tohoto videa jsou patrné z obr. 16.

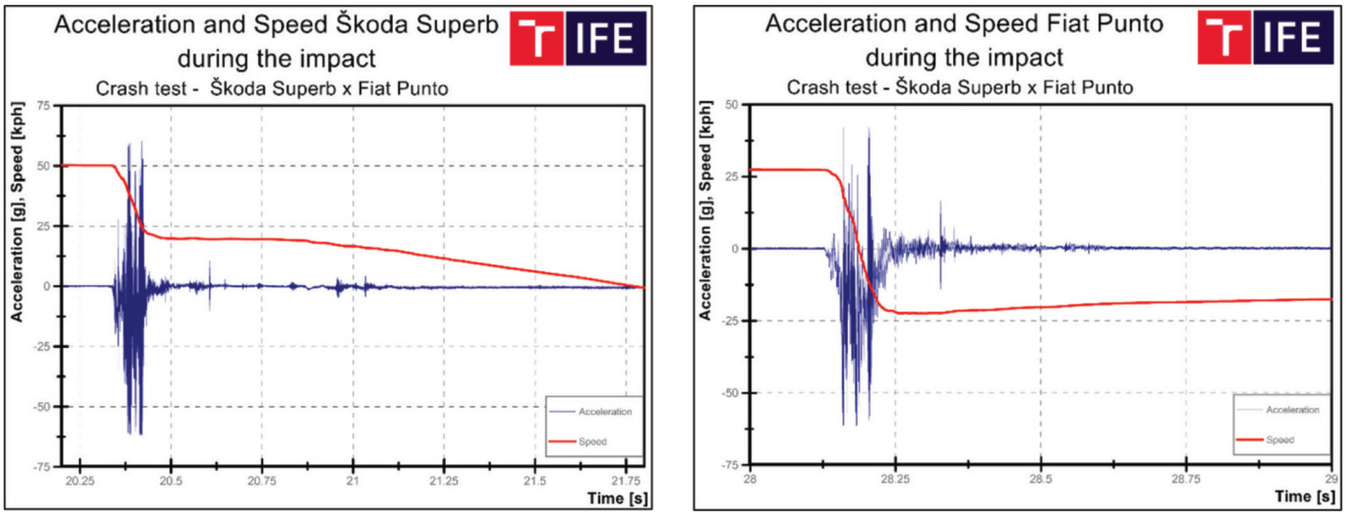


*Obr. 13 Střetová konfigurace vozidel při testu 3 [2].*
*Figure 13 Impact configuration of vehicles in test 3 [2].*

*Obr. 14 Poškození vozidel po testu 3 [2].*
*Figure 14 Damage of vehicles post crash 3 [2].*

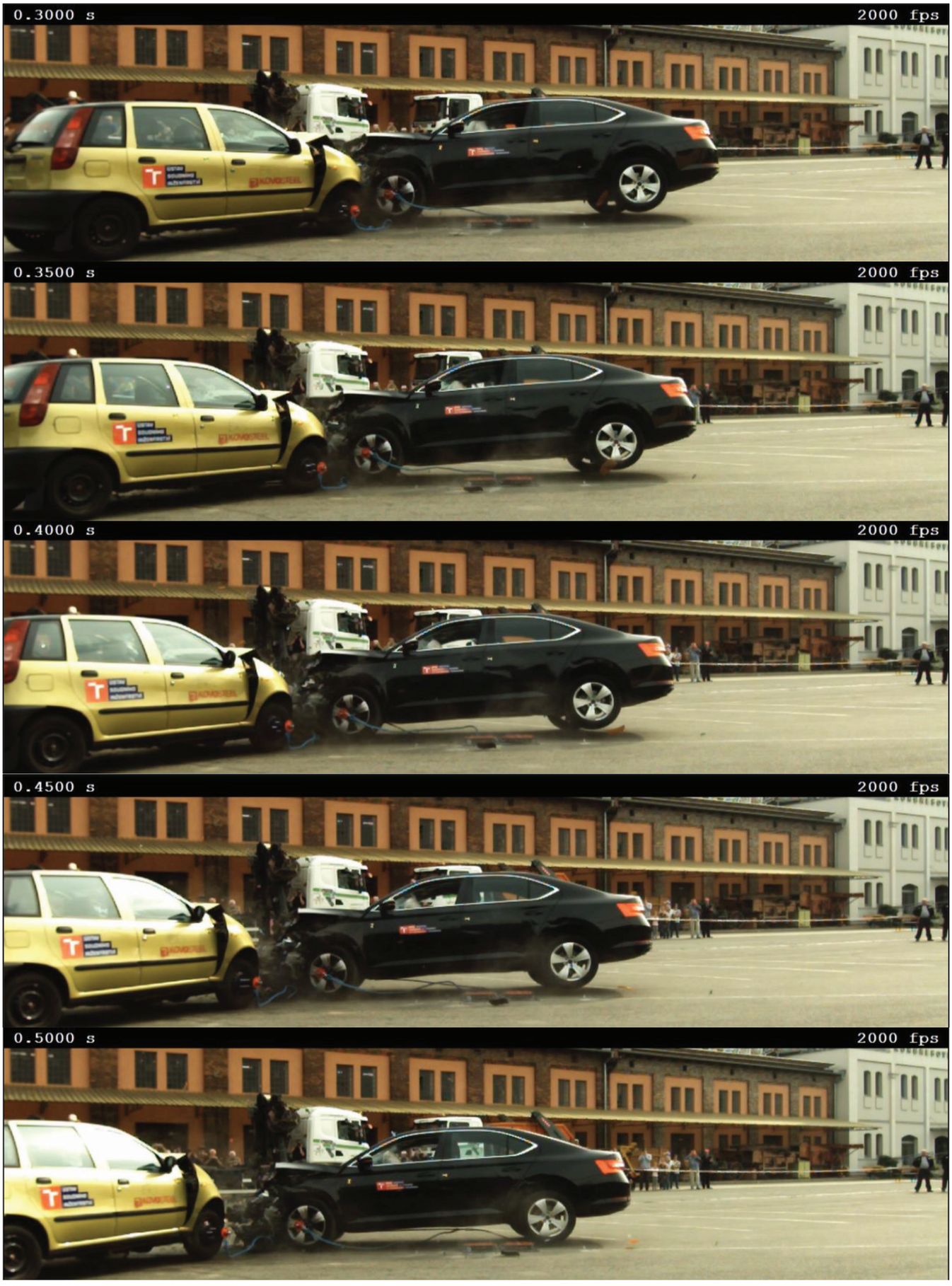
**Tab. 3 Parametry vozidel při testu 3.**
**Table 3 Parameters of the vehicles in the test 3.**

| Parametr\vozidlo | Škoda Superb III | Fiat Punto I |
|---|---|---|
| Délka (mm) | 4 861 | 3 760 |
| Šířka (mm) | 1 864 | 1 625 |
| Výška (mm) | 1 468 | 1 450 |
| Rozvor (mm) | 2 841 | 2 450 |
| Hmotnost (kg) | 1 470 | 850 |
| Střetová rychlost (km/h) | 50 | 25 |
| Postřetová dráha do konečné polohy (m) | 6,7 | 6,7 |
| Postřetové natočení do konečné polohy | 3 ° | 160 ° |




*Obr. 15 Průběh zpomalení / zrychlení a rychlosti vozidel při testu 3 [2].*
*Figure 15 Course of acceleration and speed during test 3 [2].*

0.0750 s
2000 fps
0.1000 s
2000 fps
0.1500 s
2000 fps
0.2000 s
2000 fps
0.2500 s
2000 fps


0.3000 s
2000 fps
0.3500 s
2000 fps
0.4000 s
2000 fps
0.4500 s
2000 fps
0.5000 s
2000 fps

*Obr. 16 Snímky z vysokorychlostní kamery při testu 3 [2].*
*Figure 16 Samples from highspeed camera during test 3 [2].*

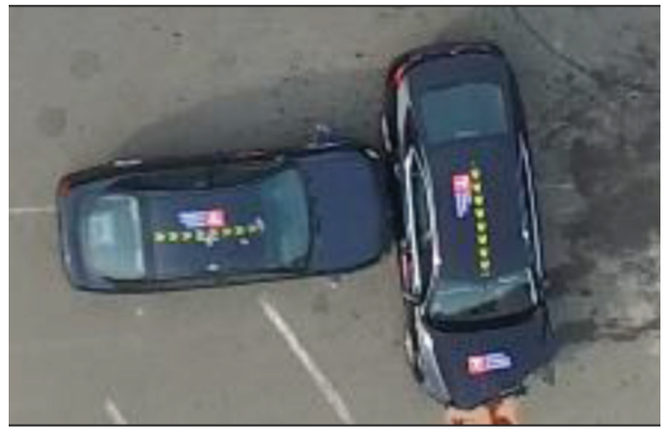
### 3.4 Test 4 – náraz do boku stojícího vozidla II

Při tomto testu došlo bočnímu střetu s plným překrytím vozidla Mitsubishi Carisma jedoucího rychlostí *64 km/h,* do boku stojícího vozidla Škoda Superb 3. generace. Střetová konfigurace vozidel je patrná z obr. 17.

Parametry vozidel a jejich poškození po střetu jsou patrné z tab. 4 a obr. 18.

Průběh zpomalení/zrychlení a rychlosti vozidel při testu je vyobrazen na obr. 19.

Nárazová zkouška byla zaznamenána pomocí vysokorychlostní kamery, snímky z tohoto videa jsou patrné z obr. 20.

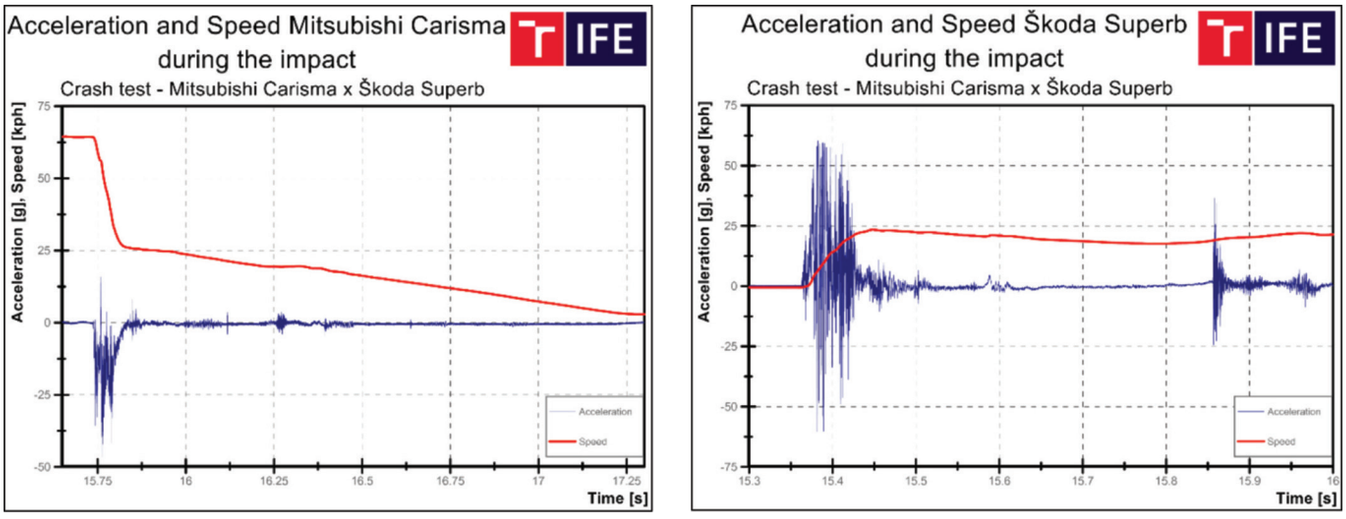


*Obr. 17 Střetová konfigurace vozidel při testu 4 [2].*
*Figure 17 Impact configuration of vehicles in test 4 [2].*

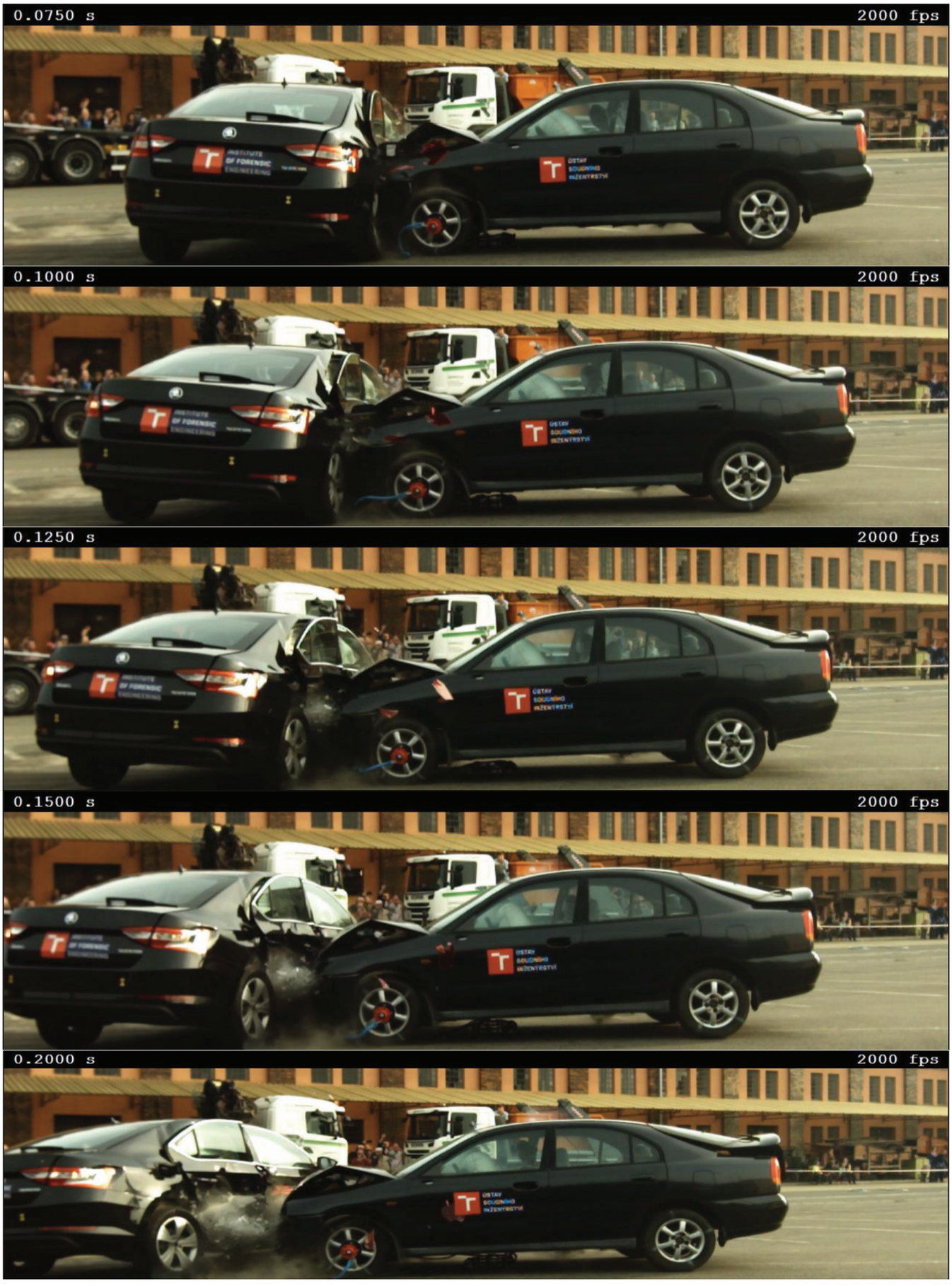
*Obr. 18 Poškození vozidel po testu 4 [2].*
*Figure 18 Damage of vehicles post crash 4 [2].*

**Tab. 4 Parametry vozidel při testu 4.**
**Table 4 Parameters of the vehicles in the test 4.**

| Parametr\vozidlo | Mitsubishi Carisma | Škoda Superb III |
|---|---|---|
| Délka (mm) | 4 475 | 4 861 |
| Šířka (mm) | 1 710 | 1 864 |
| Výška (mm) | 1 405 | 1 468 |
| Rozvor (mm) | 2 550 | 2 841 |
| Hmotnost (kg) | 1 100 | 1 470 |
| Střetová rychlost (km/h) | 64 | 0 |
| Postřetová dráha do konečné polohy (m) | 5,5 | 7,9 |
| Postřetové natočení do konečné polohy | 20 ° | 140 ° |




*Obr. 19 Průběh zpomalení / zrychlení a rychlosti vozidel při testu 4 [2].*
*Figure 19 Course of acceleration and speed during test 4 [2].*


0.0750 s
2000 fps
0.1000 s
2000 fps
0.1250 s
2000 fps
0.1500 s
2000 fps
0.2000 s
2000 fps

*Obr. 20 Snímky z vysokorychlostní kamery při testu 4 [2].*
*Figure 20 Samples from highspeed camera during test 4 [2].*

## 4. ZÁVĚR

Jak je z výše uvedeného příspěvku zřejmé, Ústav soudního inženýrství Vysokého učení technického v Brně v současnosti disponuje nejen technickým a personálním vybavením, ale i dostatečným know-how pro realizaci dynamických a nárazových zkoušek vozidel za účelem sběru dat pro soudně inženýrskou praxi.

Během dvou dní se podařilo realizovat celkem 7 úspěšných nárazových zkoušek osobních vozidel (2× cvičný test, 4× ostrý test, 1× bonusový test), při kterých bylo použito celkem 11 osobních vozidel. Akce byla doplněna doprovodným programem odborných přednášek mezi jednotlivými zkouškami. Předpokládaný termín další akce Crashday je v září 2017.

Autoři by tímto rádi poděkovali za spolupráci partnerům akce: REC Group za poskytnutí areálu, zázemí a výhodný pronájem a likvidaci vozidel na testy, společnosti Škoda Auto, a.s. za poskytnutí a dopravu dvou vozidel, Evropské společnosti pro výzkum a analýzu nehod – národní skupina ČR za finanční příspěvek na organizaci akce, Ústavu soudního znalectví v dopravě Fakulty dopravní ČVUT v Praze za záznam testů vysokorychlostními kamerami a Centru dopravního výzkumu v.v.i. v Brně za spolupráci při dokumentaci vozidel.

## 5. LITERATURA A ZDROJE

[1] BRADÁČ A. a kol.: *Soudní inženýrství*. Akademické nakladatelství CERM s.r.o., Brno 1999.

[2] Archiv, měřicí technika a know-how ÚSI VUT v Brně.

*(Pokračování ze str. 2)*

**Připravované konference, sympozia, semináře, školení, společenské akce**
**Sessions, Workshops, Seminars, Social Activities in Preparing**

**Crash.tech Congress**

TÜV SÜD konference crash.tech se koná každé dva roky v Mnichově, Německo, se zaměřením na témata týkající se budoucnosti pasivní bezpečnosti. Určeno pro odborníky z oblasti automobilového průmyslu, univerzit, výzkumných pracovišť/ústavů, technické odborníky a právníky. Nejbližší bude v roce 2018.

Více na: http://www.tuev-sued.de/academy/conference-management/automobile-rail/crash.tech-2014,
ev. kontakt: Ute Alius, +49 89 5791 1647, F +49 89 5155 2468, congress@tuev-sued.de

**Crash Day 2017**

V září 2017 proběhne další ročník akce Crash Day, pořádané Ústavem soudního inženýrství VUT v Brně ve spolupráci s EVU – národní skupinou v ČR a společností REC Group s.r.o. Akce se bude konat v areálu partnerské společnosti ve Starém Městě u Uherského Hradiště. Předběžný termín je 23. září 2017 s tím, že akce bude možná rozšířena na dvoudenní. Proběhne nejméně 5 nárazových zkoušek a několik přednášek. Podrobnosti budou postupně zveřejněny na www.crashday.cz, kde bude rovněž možné se na akci přihlásit.

**Semináře AZO – Profesní obor stavebnictví a nemovitosti Morava:**

19.10 – 20.10.2017: Skalka u Kyjova

12. 4. 2018 Hotel Hesperia Olomouc

**MEZIÁRODNÍ VĚDECKÁ KONFERENCE SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ ExFoS Brno 2018**

Místo konání: Ústav soudního inženýrství VUT v Brně, Purkyňova 464/118, Brno

Předpokládaný termín: 26. a 27. ledna 2018 * www.exfos.cz

**X. ročník mezinárodní odborné konference doktorského studia**
**JuFoS – Junior Forensic Science Brno 2018**

Předpokládaný termín: duben 2018 * www.jufos.cz