

**Treći sudar:**

**Tip sudara:**

**Pun čeon nalet Renaulta Megan, na prednji deo zaustavljene Toyote**



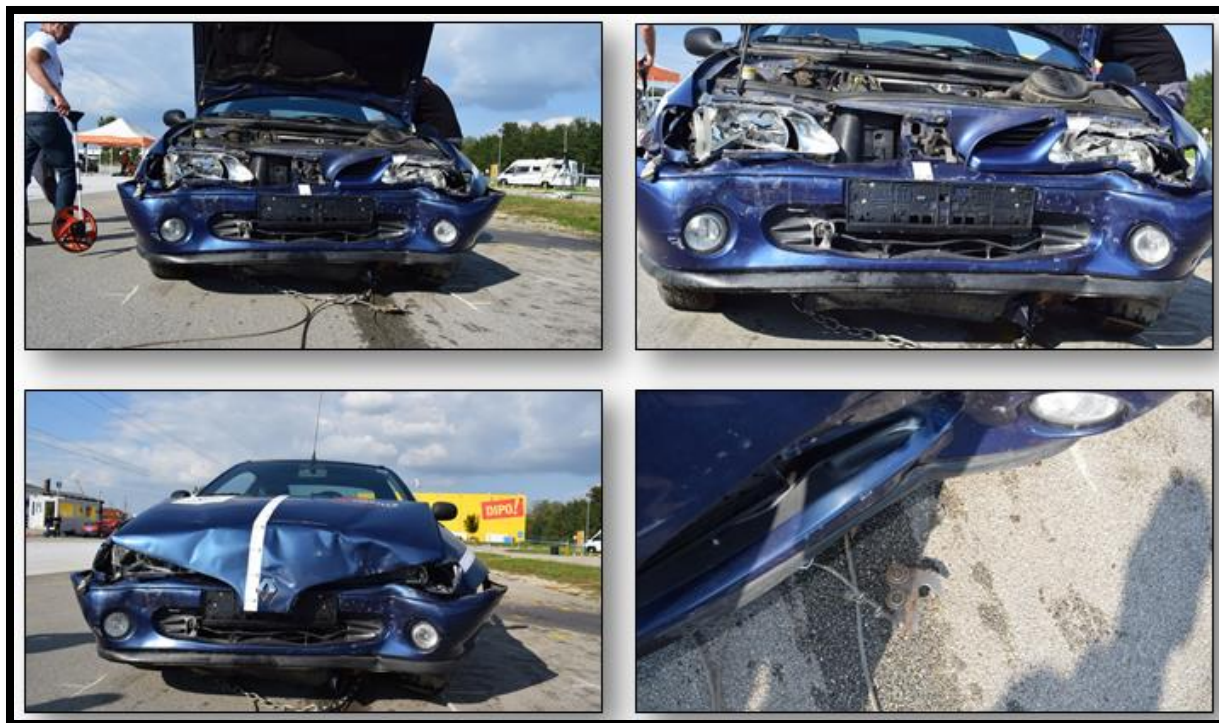
**Sl. 1 - Položaj vozila u trenutku sudara**

**Sekvencijalni položaji vozila pred i tokom sudara:**



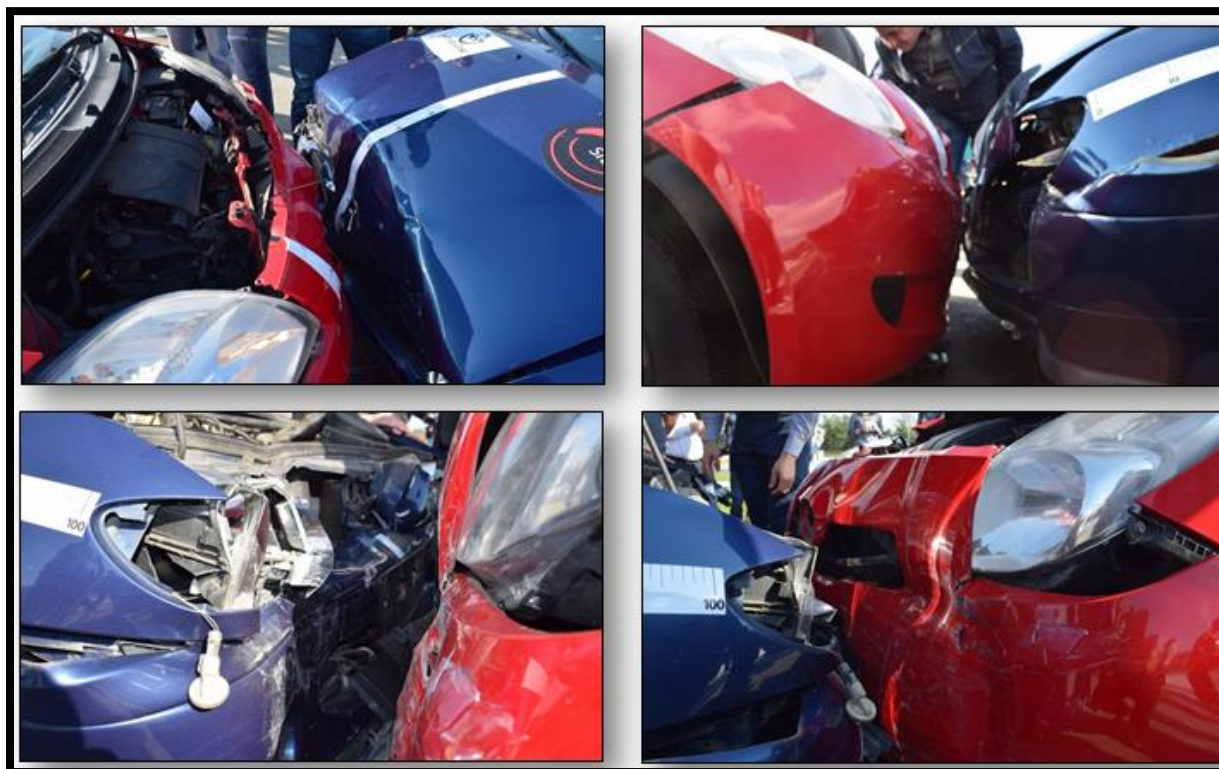
**Sl.2 do 5 - Sekvencijali položaji vozila**

## Oštećenja na Renaultu:



Sl. 6 do 9 - Oštećenja na Renaultu

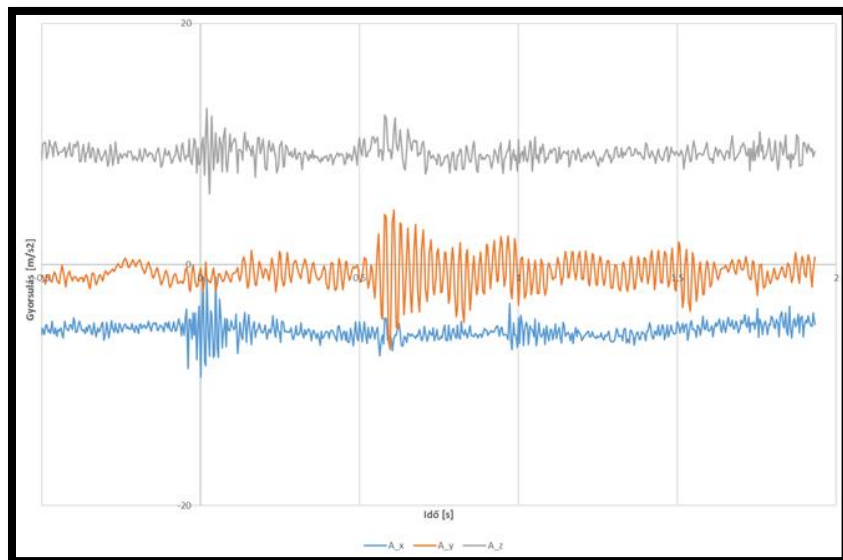
## Oštećenja na Toyoti:



Sl. 10 do 13 - Oštećenja na Toyoti

## Rezultati merenja pomoću FEDKOM-a:

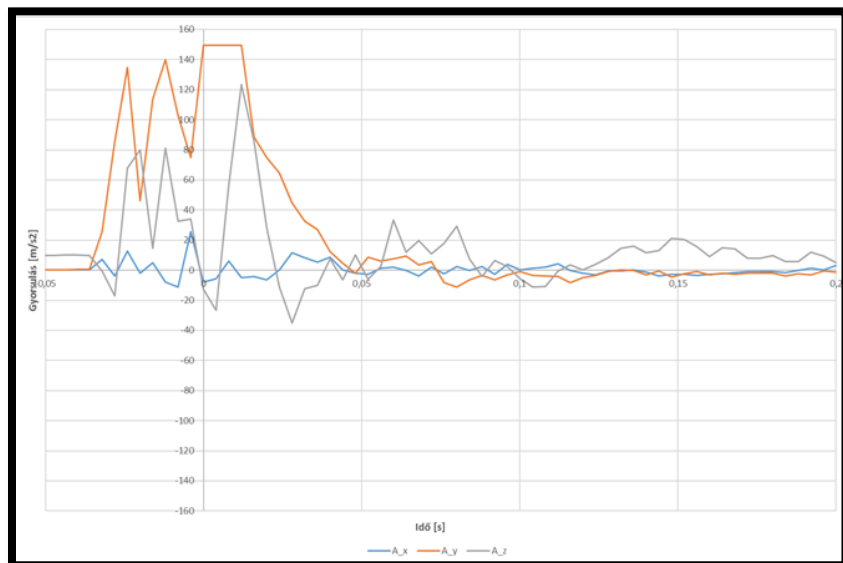
### Ubrzanja i usporenja Renaulta pre, tokom i nakon sudara:



Sl. 14 - Ubrzanja i usporenja Renaulta pre, tokom i nakon sudara

### Promena brzine Toyote:

### Ubrzanje i usporenje Toyote usled sudara (Fedkom ugrađen u prednji deo Toyote):



Sl. 15 - Ubrzanje i usporenje Toyote usled sudara (Fedkom ugrađen u prednji deo Toyote):

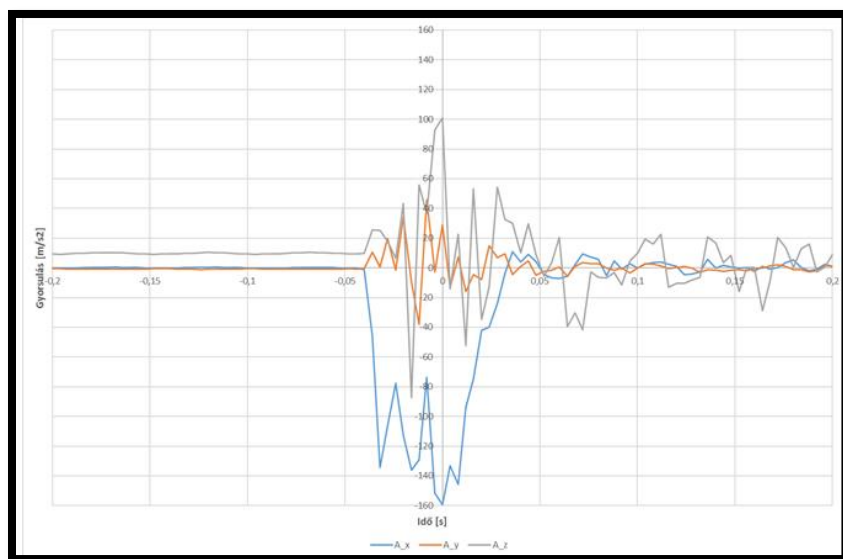
idő	$A_x$	$A_y$	$A_z$
-0,036	0,344653	0,624971	9,926006
-0,032	7,136614	25,61001	-0,66173
-0,028	-3,96121	85,36365	-17,0672
-0,024	12,7108	134,9339	67,85528
-0,02	-2,05873	46,22945	79,95489
-0,016	5,073292	113,7493	14,56733
-0,012	-7,95459	139,7729	81,28755
-0,008	-11,0381	102,8077	32,48929
-0,004	25,57785	74,684	33,8679
0	-8,00974	149,4002	-12,4994
0,004	-5,67529	149,4002	-26,6532
0,008	6,263493	149,4002	56,50471
0,012	-4,8619	149,4002	123,3766
0,016	-4,02095	88,4931	85,58882
0,02	-6,53002	74,94134	28,21559
0,024	0,335462	64,71204	-11,2724
0,028	11,48384	44,72217	-35,0811
0,032	8,234908	32,65472	-12,1548
0,036	5,229534	26,96565	-10,2109
0,04	8,703636	12,53158	7,45829
0,044	0,206792	4,554015	-6,51624
0,048	-2,06332	-1,99439	10,03629
	1,59	75,86	22,68
	0,480816	22,94006	6,858432

Sl. 16 - Promena brzine Toyote (Fedkom ugrađen u prednji deo vozila)

Promena brzine Toyote, izmerena FEDKOM uređajem pričvršćenim u predji deo vozila, iznosi

$$\Delta V = 22,94 \text{ km/h}$$

## Ubrzanje i usporenje Toyote usled sudara (Fedkom ugrađen u zadnji deo Toyote):



SI. 17 - Ubrzanje i usporenje Toyote usled sudara (Fedkom ugrađen u zadnji deo Toyote):

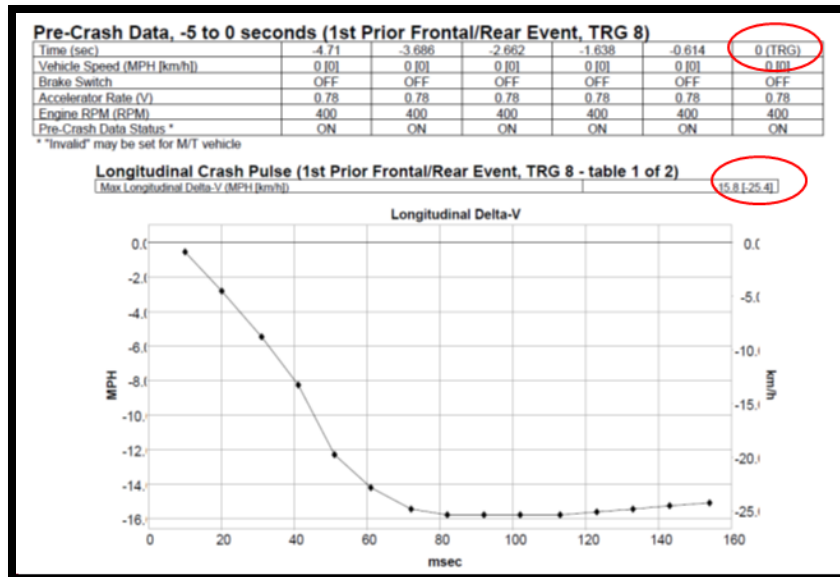
idő	A <sub>x</sub>	A <sub>y</sub>	A <sub>z</sub>
-0,044	-0,15572	-0,691	9,493894
-0,04	-1,10462	-0,41849	9,849124
-0,036	-46,0485	10,45739	25,69337
-0,032	-134,457	0,569342	25,0559
-0,028	-106,292	19,61552	17,70799
-0,024	-77,6884	-1,65936	6,54013
-0,02	-112,652	34,1167	43,32349
-0,016	-136,126	-9,53282	-87,2455
-0,012	-129,041	-38,068	55,5765
-0,008	-73,6884	45,95122	36,12643
-0,004	-151,596	-2,56934	92,83189
0	-159,455	28,90017	100,8367
0,004	-133,177	-13,1143	-14,2627
0,008	-145,635	7,226259	22,77367
0,012	-94,0144	-16,0097	-52,4184
0,016	-74,8611	-4,43795	53,22615
0,02	-42,214	-7,70801	-34,6325
0,024	-39,9123	14,89534	-12,4623
0,028	-24,0535	6,978085	54,24317
0,032	-3,72748	9,27005	32,61306
0,036	11,07053	-4,37955	30,04372
0,04	4,038919	0,905107	10,21895
0,044	9,021875	4,754246	29,51817
0,048	4,350354	-4,73965	9,226254
	69,059	3,34	19,32
	22,87234	1,106208	6,398784

Sl. 18 - Promena brzine Toyote (Fedkom ugrađen u zadnji deo vozila)

Promena brzine Toyote, izmerena FEDKOM uređajem u zadnjem delu vozila, iznosi

$$\Delta V = 22,87 \text{ km/h}$$

Osnovni podaci iz EDR, očitano pomoću Bosch CDR uređaja:



### Sl. 19 - Osnovni izveštaj iz CDR

U tabeli iznad dijagrama, prikazane su:

- Trenutne brzine Toyote na svakih 1 s pre sudara, žicom vučene Toyote. Naletna brzina je iznosila 40 km/h.
- Vozilo nije bilo kočeno
- Papučica akceleratora nije bila u položaji 0,78 Volti (ovo ću za koji dan da se pozabavim da vidim koliki je to pritisak od 0 do 1 na papučicu) nje došlo vreme sad za to
- Agregat se vrtio na leri na  $400 \times 2 = 800$  obrtaja u minuti (i ovo je fora i fazon da se množi sa nekim koeficijentom, al znam da je radio na leri)

Promena brzine je prikazana na dijagramu (postoji i tabelarna) prema kojoj je promena brzine već nakon 100 ms iznosila:

$$\Delta V = 25,4 \text{ km/h}$$

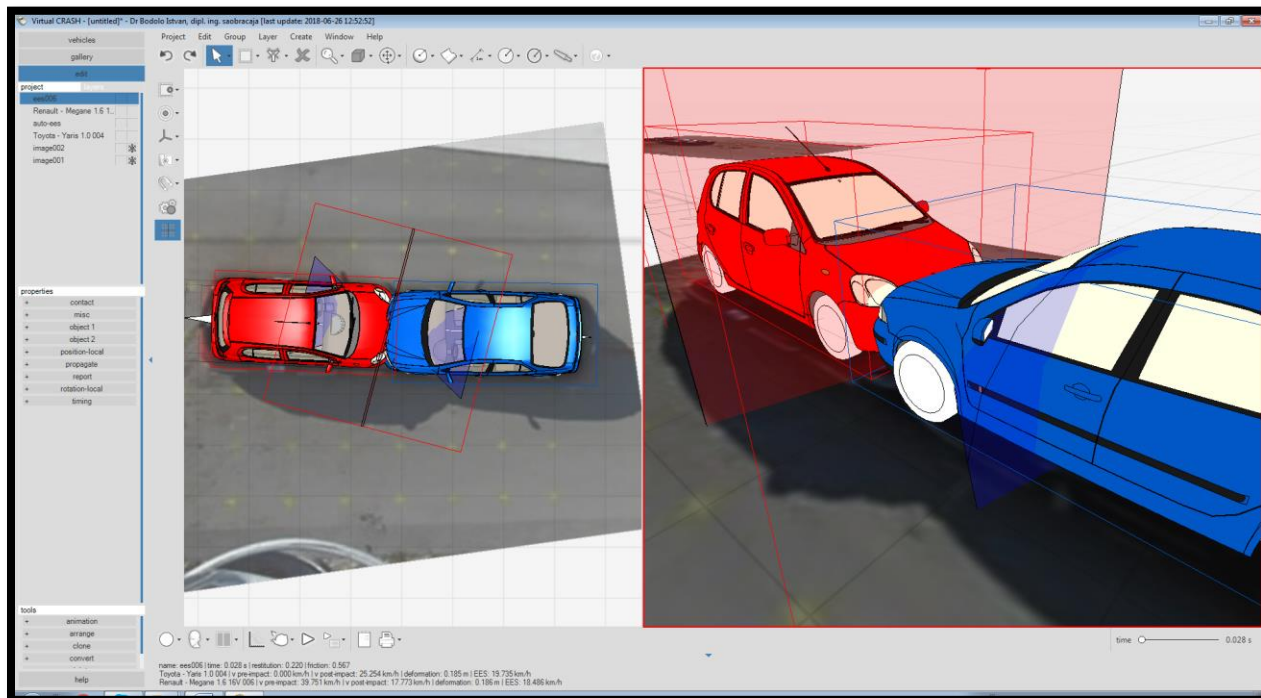
### Simulacija sudara upotrebom V Crash 4:

Za podlogu za izradu simulacije sudara sam koristio video snimak sa stalka iznad mesta sudara. Pri tome sam zamrznuo jedan snimak položaja vozila u trenutku prvog kontakta dva vozila. Zaustavni položaj vozila nisam prikazao jer je snimak iskrivljen zbog položaja kamere u odnosu na zaustavna mesta vozila.

Snimke sam doveo u razmeru prema markerima na svakih 1 m na asfaltnoj podlozi a slike sam preklopio tako da se istovremeno mogu uočiti oba položaja oba vozila.

Nakon toga sam definisao Renault Megane (3D slika nije Megane, ali sve dimenzije jesu) realnih dimenzija i mase jednake realnom vozilu od 1010 kg i Toyote od 880 kg.

Prema podlozi, postavi sam vozila u položaj u kome su se nalazila kada se sudar odigrao i Renaultu sam zadao naletnu brzinu od 40 km/h koja je izmerena na licu mesta.



Sl. 20 - Sudar

name: ees006 | time: 0.028 s | restitution: 0.220 | friction: 0.567  
 Toyota - Yaris 1.0 004 | v pre-impact: 0.000 km/h | v post-impact: 25.254 km/h | deformation: 0.185 m | EES: 19.735 km/h  
 Renault - Megane 1.6 16V 006 | v pre-impact: 39.751 km/h | v post-impact: 17.773 km/h | deformation: 0.186 m | EES: 18.486 km/h

U položajima u kojima su se zaustavili, vozila su bila spojena ali se na video snimcima uočava da su se nakon naleta malo odvojila i da je Renault ponovo skoro dotakao Toyotu. To znači da je koeficijent restitucije nije 0 nego je veća od 0.

Budući da je poznata naletna brzina kao i promena brzine ona vozila, predmet ove analize je provera i verifikacija parametara sudara.

$$EES_{\text{Renault}} = 18,5 \text{ km/h}$$

$$EES_{\text{Toyota}} = 19,7 \text{ km/h}$$

$$K = 0,22 \text{ za rezultat promene brzine prema EDR}$$

$$K = 0,11 \text{ za rezultat promene brzine prema FEDKOM}$$

$$\checkmark(\text{gama}) = 0,57$$

FEDKOM	EDR
$\Delta V_{\text{Renault}} = 20,0 \text{ km/h}$ (izračunato pomoću V Crash 4)	$\Delta V_{\text{Renault}} = 22 \text{ km/h}$
$\Delta V_{\text{Toyota}} = 22,8 (9) \text{ km/h}$	$\Delta V_{\text{Toyota}} = 25,3 \text{ km/h}$ (izračunato pomoću V Crash 4)

Toyota - Yaris 1.0 004 / ees	19.735 km/h
Toyota - Yaris 1.0 004 / delta v	25.255 km/h
Toyota - Yaris 1.0 004 / v pre-impact	0.000 km/h
Toyota - Yaris 1.0 004 / v post-impact	25.255 km/h
Toyota - Yaris 1.0 004 / omega pre-impact	-0.000 rad/s
Toyota - Yaris 1.0 004 / omega post-impact	-0.145 rad/s
Toyota - Yaris 1.0 004 / deformation	0.185 m
Toyota - Yaris 1.0 004 / GEV	1.280
Toyota - Yaris 1.0 004 / impulse ni	177.247 °
Toyota - Yaris 1.0 004 / impulse nz	0.487 °
Toyota - Yaris 1.0 004 / impulse ni (local)	179.874 °
Toyota - Yaris 1.0 004 / impulse nz (local)	0.297 °
Renault - Megane 1.6 16V 006 / ees	18.487 km/h
Renault - Megane 1.6 16V 006 / delta v	22.005 km/h
Renault - Megane 1.6 16V 006 / v pre-impact	39.750 km/h
Renault - Megane 1.6 16V 006 / v post-impact	17.774 km/h
Renault - Megane 1.6 16V 006 / omega pre-impact	-0.000 rad/s
Renault - Megane 1.6 16V 006 / omega post-impact	-0.119 rad/s
Renault - Megane 1.6 16V 006 / deformation	0.186 m
Renault - Megane 1.6 16V 006 / GEV	1.190

Sl. 21 - Tabelarni rezultati i rezultati promene brzina

Tabela uporednih rezultata:

Exp	Vozilo	Masa kg	Tip sudara	Naletna brzina km/h EDR	Naletna brzina km/h V Crash 4	Promena brzine km/h		
						Fedkom	EDR	V Carsh 4
1	Toyota	880	Čeono	0	0	22,8 (9)	25,4	25,3
	Renault	1010	Čeono	40	40	-	-	22,0

Zaključci:

- Upotreba mernih uređaja daje nedvosmisleno tačne rezultate koji su se u tesnom dijapazonu složili
- Nov uređaj FEDKOM je pokazao slične rezultate kao i EDR iz Toyote. Renault je bio opremljen FEDKOM mernim uređajem.
- CDR uređaj omogućava uvid u znatno veći broj podataka, 5 s pred sudar, tokom sudara i nakon toga, sve do zaustavljanja vozila. Omogućen je uvid u funkciju komandama vozila, aktiviranjem vazdušnih jastuka, stanjem sigurnosnih pojaseva i dr.
- Izvršena je validacija programa za računarsku analizu Virtual Vrash 4, koja je pokazala visok stepen slaganja sa rezultatom promene brzina vozila ( $\Delta V$ )
  - Izvršena je provera parametara sudara programa za računarsku analizu (EES; K i  $\dot{\gamma}$ (gama)), koji se svi nalaze strogo u realnim granicama.