

## Četvrti sudar:

Tip sudara:

Pun čeon nalet Toyote Yaris, na zadnji deo zaustavljenog Opela Vektra.



Sl. 1 - Položaj vozila u trenutku sudara

Sekvencijalni položaji vozila pred i tokom sudara:



Sl. 2 do 5 - Sekvencijali položaji vozila

## Oštećenja na Toyoti:



Sl. 6 do 9 - Oštećenja na Toyoti

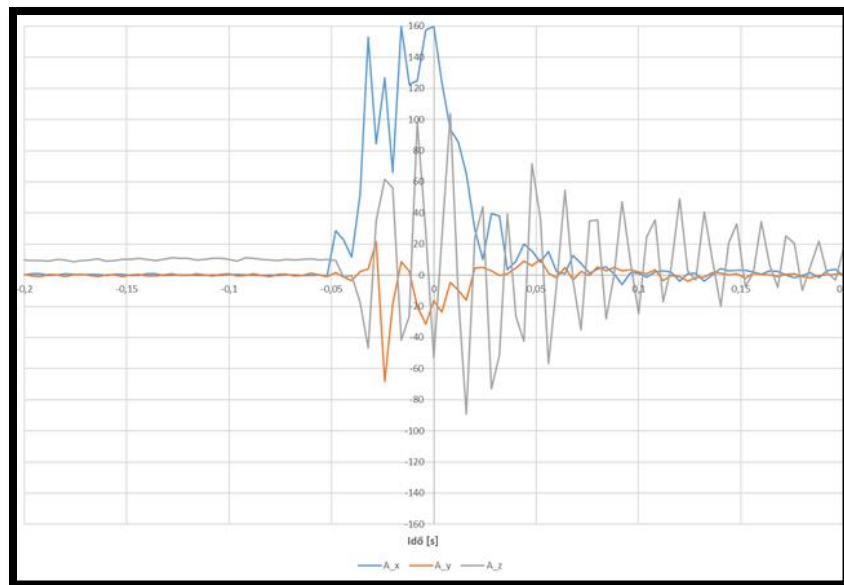
## Oštećenja na Opelu:



Sl. 10 do 13 - Oštećenja na Mazdi

**Rezultati merenja pomoću FEDKOM-a:**

**Ubrzanja i usporenja Toyote pre, tokom i nakon sudara ugrađenog u prednji deo Toyote:**



**Sl. 14 - Ubrzanja i usporenja Toyote pre, tokom i nakon sudara (Fedkom ugrađen u prednji deo vozila)**

**Promena brzine Toyote:**

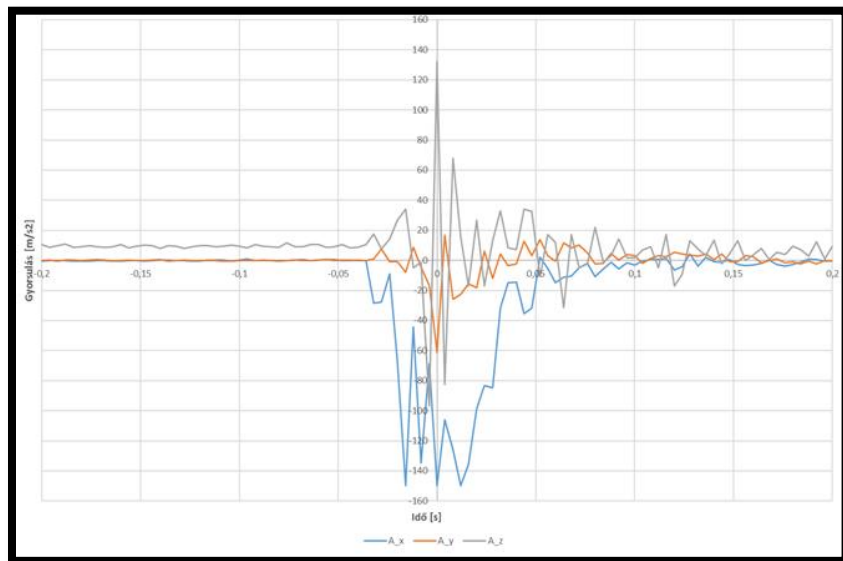
idó	A <sub>x</sub>	A <sub>y</sub>	A <sub>z</sub>
-0,052	-0,51163	-0,7822	10,23754
-0,048	28,39059	1,87434	9,248711
-0,044	22,6741	-1,29876	-1,14133
-0,04	11,68388	-3,3748	-0,13283
-0,036	52,37821	2,518798	-17,7644
-0,032	152,7169	4,078288	-46,7109
-0,028	84,27642	21,63608	35,13034
-0,024	126,727	-68,0223	61,75483
-0,02	66,08401	-18,3941	56,16624
-0,016	159,9388	8,653449	-41,5602
-0,012	122,4962	2,410568	-26,162
-0,008	124,8133	-19,9192	98,4791
-0,004	157,5872	-31,2538	27,42637
0	159,9388	-16,2787	-52,9931
0,004	123,9672	-23,84	22,86104
0,008	93,55957	-4,41774	103,8758
0,012	85,403	-9,86365	-13,6123
0,016	65,47399	-16,1115	-89,2845
0,02	29,35974	4,481689	24,60748
0,024	10,23754	4,958884	43,79855
0,028	39,43001	2,671308	-72,8631
0,032	38,10174	-0,16726	-51,414
0,036	3,625692	0,93471	39,11024
0,04	9,189677	4,462011	-26,7475
0,044	20,18974	9,027333	-42,5687
0,048	15,772	6,13957	71,46105
	69,36	5,38	4,66
	24,9696	1,9368	1,6776

Sl. 15 - Promena brzine Toyote (Fedkom ugrađen u prednji deo vozila)

Promena brzine Toyote, izmerena FEDKOM uređajem iznosi (Fedkom ugrađen u prednji deo vozila)

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

## Ubrzanje i usporenje Toyote usled sudara (zadnja ugradnja):



Sl. 16 - Ubrzanje i usporenje Toyote usled sudara (Fedkom ugrađen u zadnji deo vozila)

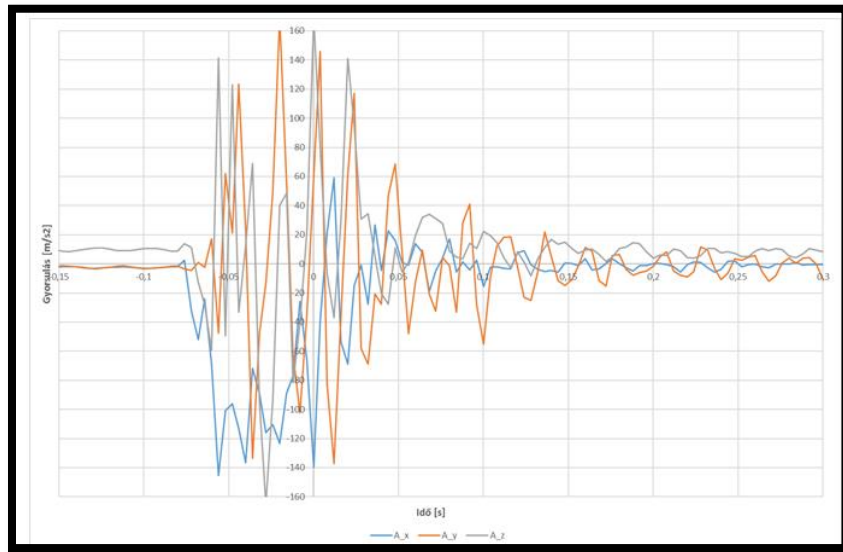
idő	$A_x$	$A_y$	$A_z$
-0,04	0,219592	-0,22417	8,82943
-0,036	-0,10065	-0,05947	10,66394
-0,032	-28,3274	1,125409	17,37065
-0,028	-27,7875	7,470704	7,58965
-0,024	-8,88433	-0,92869	14,20029
-0,02	-67,0213	-0,70452	26,57064
-0,016	-149,908	-7,85499	34,08709
-0,012	-44,3759	8,82028	-4,82645
-0,008	-134,701	-4,57941	-1,08424
-0,004	-68,5081	-16,6112	-96,9499
0	-149,908	-61,0923	132,2539
0,004	-106,186	16,67985	-82,3424
0,008	-125,739	-25,8478	68,01406
0,012	-149,908	-22,7415	15,48581
0,016	-135,749	-15,4309	-17,0504
0,02	-98,6014	-18,0248	26,54319
0,024	-83,4084	6,139428	-17,0321
0,028	-84,6024	-11,7436	13,16637
0,032	-31,6762	4,250021	32,9937
0,036	-14,6761	-3,49975	8,367372
0,04	-14,612	-2,22794	7,136741
0,044	-35,4595	12,60367	33,9407
0,048	-31,6487	3,225258	32,49962
0,052	1,953454	13,7062	-10,9339
	66,23	4,89	10,81
	21,93538	1,619568	3,580272

Sl. 17 - Promena brzine Toyote (Fedkom ugrađen u zadnji deo Toyote)

Promena brzine Toyote, izmerena FEDKOM uređajem iznosi (Fedkom ugrađen u zadnji deo vozila)

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

Ubrzanje i usporenje Opela usled sudara (prednja ugradnja):

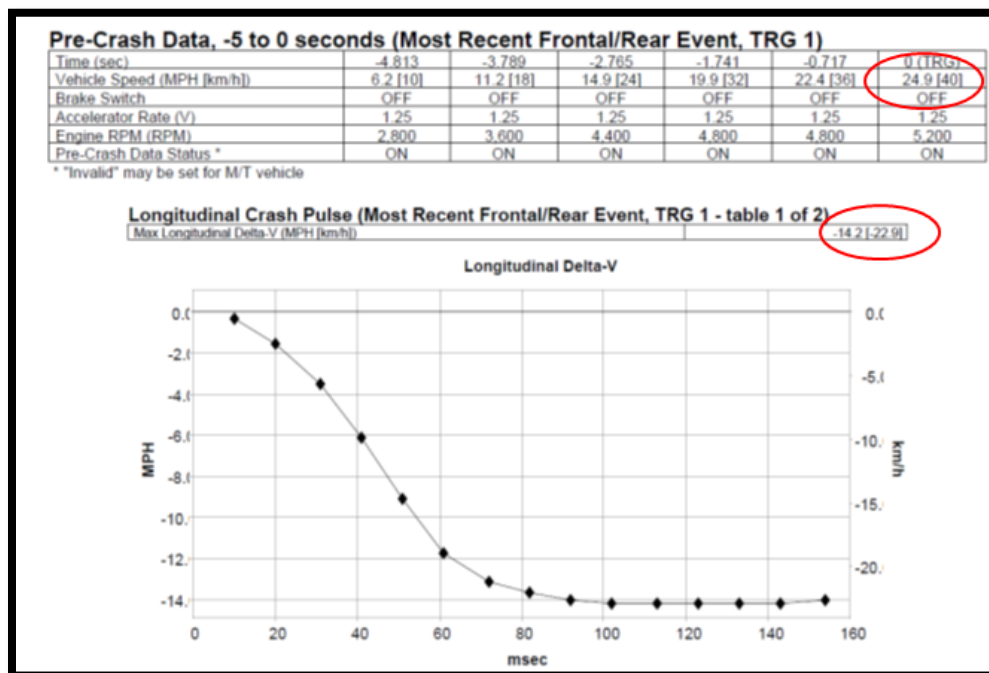


**Sl. 18 - Ubrzanje i usporenje Opela usled sudara (prednja ugradnja):**

id6	A_x	A_y	A_z
-0,06	-68,8278	16,99581	-59,5112
-0,056	-145,418	-47,5157	141,2984
-0,052	-100,695	62,13833	-49,2516
-0,048	-96,0781	21,36394	123,0745
-0,044	-113,027	123,2766	-33,3232
-0,04	-136,619	23,50914	12,51368
-0,036	-71,9316	-133,516	68,99365
-0,032	-89,1036	-47,6867	-94,6946
-0,028	-116,121	-13,2443	-164,849
-0,024	-110,519	48,95621	-93,9277
-0,02	-123,256	168,4606	40,14741
-0,016	-88,8964	54,97729	48,31369
-0,012	-77,077	-61,4803	-81,7923
-0,008	-26,0015	-102,296	-40,9557
-0,004	-65,9261	-35,2508	21,52975
0	-139,832	60,12785	168,4606
0,004	-39,821	145,9774	80,43472
0,008	21,27067	-82,3364	-6,90714
0,012	58,87389	-137,215	-36,7431
0,016	-53,5472	-36,712	28,7996
0,02	-68,833	61,14345	140,9408
0,024	-14,7522	117,1312	94,45108
0,028	-0,82906	-58,1018	30,77381
0,032	-27,6234	-69,0247	34,25069
0,036	26,53004	-20,5556	5,482184
0,04	-4,52358	-27,8306	-20,5349
0,044	22,80443	46,76437	-27,6545
0,048	15,87657	68,76565	10,76746
0,052	1,114054	7,95383	-5,62727
	56,3	5,33	11,53
	20,268	1,9188	4,1508

SI. 19 - Promena brzine Opela (Fedkom ugrađen u prednji deo Opela)

Osnovni podaci iz EDR, očitano pomoću Bosch CDR uređaja:



## Sl. 20 - 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 oko 38 km/h, a po svakoj sekundi EDR je memorisao sledeće trenutne brzine 1';16;24;32;36 i naletna od oko 38 km/h
- Vozilo nije bilo kočeno
- Papučica akceleratora nije bila u položaji 1,25 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 po sekundama: 2800; 3600; 4400; 4800; 4800 i 5200 obrtaja po minuti.

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

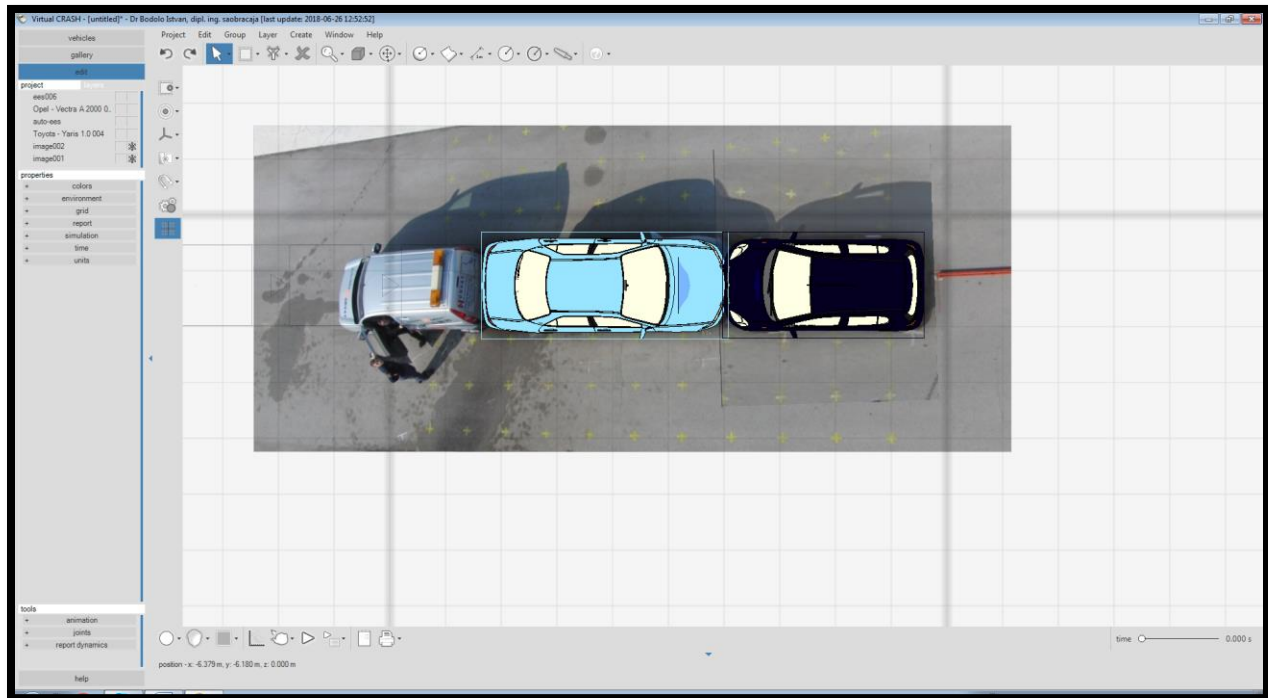
$$\Delta V = 22,9 \text{ km/h}$$

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 snimak položaja vozila u trenutku prvog kontakta dva vozila.

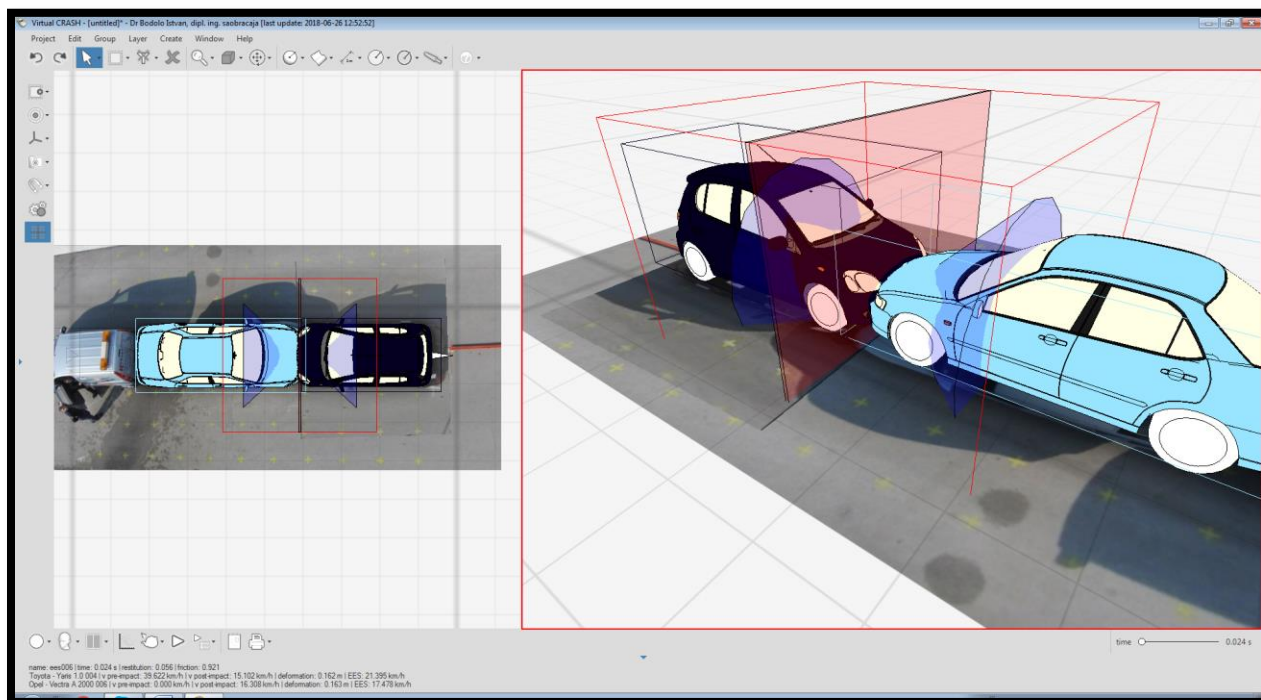
Snimke sam doveo u razmeru prema markerima na svakih 1 m na asfaltnoj podlozi a slike sam preklopio tako da se istovremeno mogu uočiti oba položaja oba vozila.

Nakon toga sam definisao Opel Vektru realnih dimenzija i mase jednake realnom vozilu od 1245 kg i Toyote od 880 kg.



**SI. 21 - Podloga za sudar (sudarni i zaustavni položaji)**

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



**Sl. 21 - Sudar**

```

name: ees006 | time: 0.024 s | restitution: 0.056 | friction: 0.921
Toyota - Yaris 1.0 004 | v pre-impact: 37.620 km/h | v post-impact: 14.339 km/h | deformation: 0.157 m | EES: 20.315 km/h
Opel - Vectra A 2000 006 | v pre-impact: 0.000 km/h | v post-impact: 15.484 km/h | deformation: 0.163 m | EES: 16.596 km/h

```

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

$$EES_{Toyota} = 20,3 \text{ km/h}$$

$$EES_{Opel} = 16,6 \text{ km/h}$$

$$K = 0,06$$

$$\checkmark(\text{gama}) = 0,92$$

$$\Delta V_{Toyota} = 23,3 \text{ km/h}$$

$$\Delta V_{Opel} = 15,5 \text{ km/h}$$

Toyota - Yaris 1.0 004 / ees	20,314 km/h
Toyota - Yaris 1.0 004 / delta v	23,318 km/h
Toyota - Yaris 1.0 004 / v pre-impact	37,620 km/h
Toyota - Yaris 1.0 004 / v post-impact	14,339 km/h
Toyota - Yaris 1.0 004 / omega pre-impact	-0,000 rad/s
Toyota - Yaris 1.0 004 / omega post-impact	-0,000 rad/s
Toyota - Yaris 1.0 004 / deformation	0,157 m
Toyota - Yaris 1.0 004 / GEV	1,148
Toyota - Yaris 1.0 004 / impulse ni	0,000 °
Toyota - Yaris 1.0 004 / impulse nz	1,994 °
Toyota - Yaris 1.0 004 / impulse ni (local)	-180,000 °
Toyota - Yaris 1.0 004 / impulse nz (local)	1,797 °
Opel - Vectra A 2000 006 / ees	16,598 km/h
Opel - Vectra A 2000 006 / delta v	15,483 km/h
Opel - Vectra A 2000 006 / v pre-impact	0,000 km/h
Opel - Vectra A 2000 006 / v post-impact	15,483 km/h
Opel - Vectra A 2000 006 / omega pre-impact	-0,000 rad/s
Opel - Vectra A 2000 006 / omega post-impact	-0,000 rad/s
Opel - Vectra A 2000 006 / deformation	0,157 m
Opel - Vectra A 2000 006 / GEV	0,933

Tabela uprednjih 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	38	38	21,9 i 25	22,9	23,3
	Opel	1245	Čeono	0	0	20,3	-	15,5

Sl. 24 - Tabelarni rezultati i rezultati promene brzina

### Zaključci:

- Upotreba mernih uređaja daje tačne rezultate koji su se u prihvatljivom dijapazonu složili
- Nov uređaj FEDKOM je pokazao gotovo iste rezultate kao i EDR iz Toyote.
- 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.
- U Toyotu su ugrađena dva FEDKOM uređaja, jedan u prednji a drugi u zadnji deo vozila. Uređaji su izmerili podatke koji se razlikuju na 3,1 km/h, tj 21,9 prednji i 25 km/h zadnji. Senzor EDR je izmerio promenu brzine od 22,9 km/h. Rezultati se razlikuju zbog uvek različitog načina deformisanja i u funkciji je mesta na kome se senzor nalazi.
- 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.