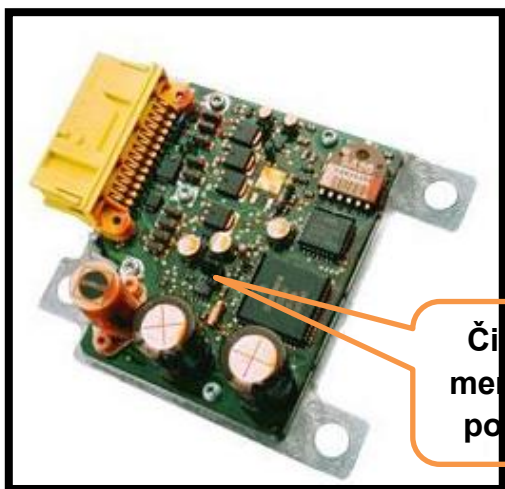


UVOD

U organizaciji i izvođenju predstavnika EU Darts grupe (Jože Škrilec i saradnici) septembra 2017 godine je u Murskoj Soboti sprovedeno je 5 eksperimenata sudara u realnim uslovima. Vozila koja su učestvovala u sudarima su bila opremljena CDR uređajem koji omogućava čitanje podataka memorisanih u EDR uređaju koji se nalazi u vozilu i predstavlja osnov digitalne forenzike u analizi saobraćajnih nezgoda.



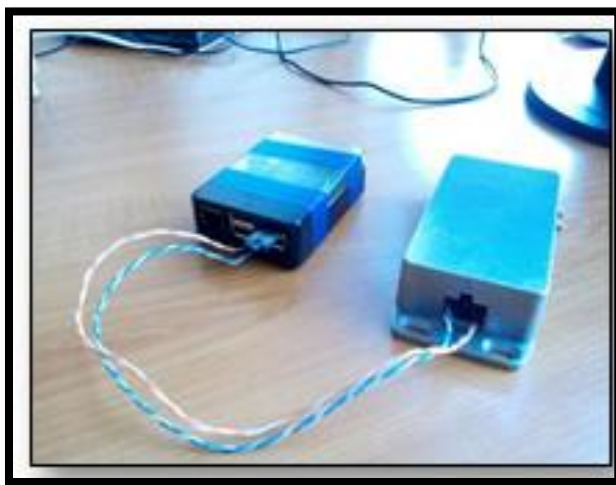
Čip koji
memoriše
podatke

SI. 1 - EDR uređaj



SI. 2 – CDR uređaj

Tom prilikom su u vozila ugrađen merni instrument FEDKOM, čiji podaci će takođe biti prikazani :



SI. 3 - FEDKOM uređaj

Ugrađen je i UDS uređaj, čija slika sledi li čiji rezultati neće biti prikazani i pomoću njega su izmerene naletne brzine:



Sl. 4 - UDS uređaj

Cilj eksperimenata je bio:

- Sakupljanje i koncentracija stručnih znanja i iskustava
- Kolekcija podataka radi istraživanja i njihove publikacije
- Potpuni pristup memorisanim podacima u vezi nastalih sudara
- Upotreba mernih uređaja i čitanje i tumačenje – uvežbavanje

Cilj rada je standardizovan prikaz eksperimetata sa prezentacijom izmerenih podataka i validacija softwera za simulaciju saobraćajnih nezgoda V Crash 4. Važna komponenta je i uvežbavanje upotrebe navedenog softwera u uslovima prethodnog postojanja tačnih podataka o sudaru.

Prvi sudar:

Tip sudara:

Čeoni nalet Toyote Yaris, sa preklopom, na zaustavljenu Mazdu MX-3.



Sl. 5 - Položaj vozila u trenutku sudara

Sekvencijalni položaji vozila pred i tokom sudara:



Sl.6 do 9 - Sekvencijalni položaji vozila

Oštećenja na Toyoti:



Sl. 10 do 13 - Oštećenja na Toyoti

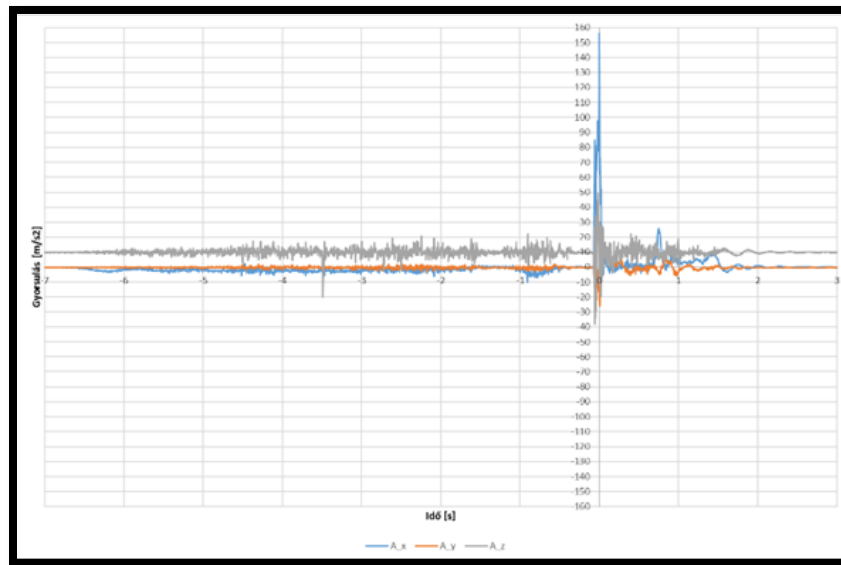
Oštećenja na Mazdi:



Sl. 14 do 17 - Oštećenja na Mazdi

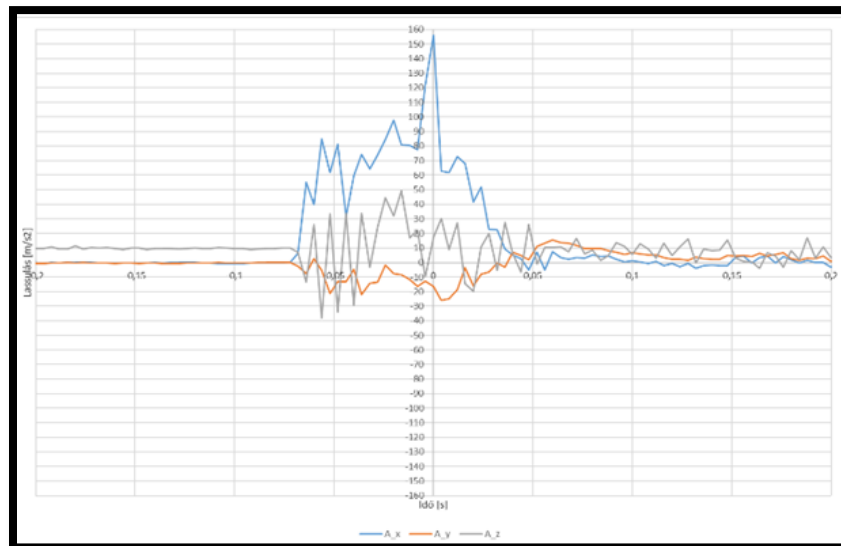
Rezultati merenja pomoću FEDKOM-a:

Ubrzanja i usporenja Toyote pre, tokom i nakon sudara:



Sl. 18 - Ubrzanja i usporenja Toyote pre, tokom i nakon sudara

Usporenje Toyote usled sudara:



Sl. 19 - Usporenje Toyote usled sudara

Promena brzine Toyote:

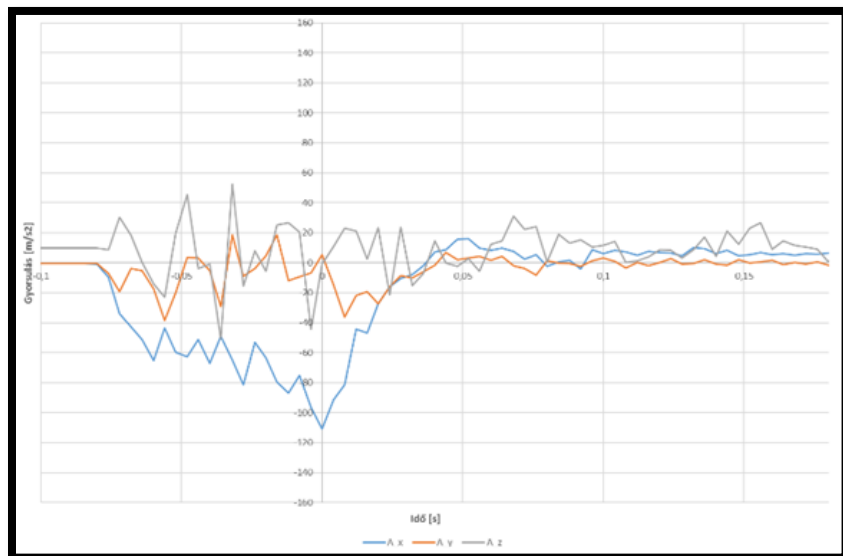
id	A ₁	A ₂	A ₃
-0,068	6,433089	-2,32419	7,117818
-0,064	33,13089	-7,52939	-13,6013
-0,06	39,79199	2,790286	26,09867
-0,056	84,91023	-5,41342	-38,0363
-0,052	61,88144	-21,2421	33,33606
-0,048	81,39976	-13,214	-33,9573
-0,044	31,69608	-13,1849	34,01038
-0,04	39,46326	-4,55637	-29,2308
-0,036	74,18026	-21,8958	33,80237
-0,032	64,49613	-14,347	-3,17639
-0,028	73,8171	-13,49	24,42332
-0,024	84,63909	-1,82061	44,34203
-0,02	97,81432	-7,42771	32,15608
-0,016	80,96397	-8,27991	49,20979
-0,012	80,34419	-11,8146	17,05833
-0,008	77,66634	-16,3758	22,11366
-0,004	121,5743	-12,7394	-9,98916
-1,6E-14	136,0013	-16,5162	17,49918
0,004	62,71912	-26,0357	30,33346
0,008	61,78944	-24,7332	8,730222
0,012	72,82932	-18,7484	27,22687
0,016	67,93338	-3,60733	-14,7102
0,02	41,65134	-15,94	-19,7459
0,024	31,68408	-7,91192	10,73967
0,028	22,85449	-6,57067	19,92021
0,032	22,59302	-0,26631	-5,32478
0,036	9,379057	-3,14733	27,69624
0,04	3,11805	7,079082	6,173618
0,044	2,827759	4,832369	-6,44477
0,048	-5,07447	1,912611	26,0793
0,052	6,943504	11,08346	-1,17178
0,056	-5,089	13,34934	10,5121
0,06	7,310023	15,49437	10,20703
	33,27	7,33	10,41
	24,34662	3,38688	4,796928

Sl. 20 - Promena brzine Toyote

Promena brzine Toyote, izmerena FEDKOM uređajem iznosi

$\Delta V = 24,5 \text{ km/h}$

Ubrzanje i usporenje Mazde usled sudara:



Sl. 21 - Ubrzanje i usporenje Mazde usled sudara

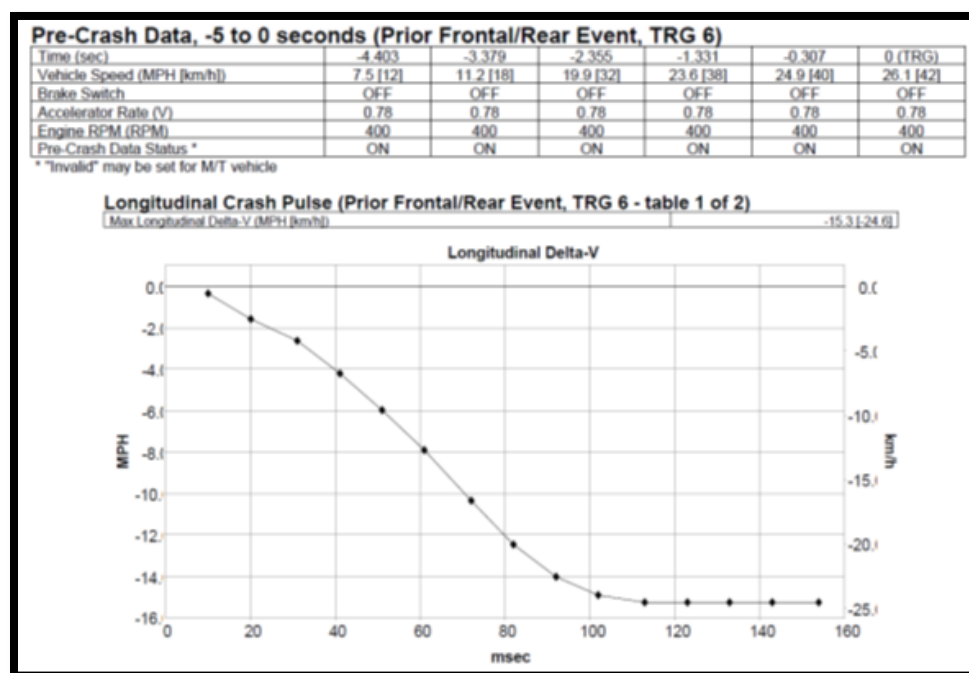
id6	A _x	A _y	A _z
-0,08	-0,7892	-0,4683	8,907328
-0,076	-9,73279	-7,13309	8,607479
-0,072	-34,0717	-19,3399	30,2436
-0,068	-42,6362	-3,77553	18,28515
-0,064	-51,282	-5,16265	0,3996
-0,06	-63,0881	-17,2976	-14,1651
-0,056	-43,584	-38,2927	-22,9426
-0,052	-39,7104	-19,9846	19,76413
-0,048	-62,7786	3,341284	45,34313
-0,044	-51,2636	3,153463	-3,78931
-0,04	-67,1879	-5,34178	-0,99211
-0,036	-48,9533	-29,2948	-50,8778
-0,032	-64,6617	18,60208	52,31088
-0,028	-81,4633	-8,84173	-15,5201
-0,024	-53,2525	-3,98682	8,037934
-0,02	-63,293	4,459905	-5,34388
-0,016	-79,4469	18,49643	25,37691
-0,012	-86,8005	-11,9053	26,8467
-0,008	-75,3223	-9,1908	20,32908
-0,004	-96,4047	-6,71971	-44,4337
0	-110,662	5,243326	-0,83595
0,004	-91,4763	-14,9276	10,79839
0,008	-81,3852	-36,0375	23,06198
0,012	-44,3235	-21,8586	21,10532
0,016	-46,7119	-19,0844	2,291959
0,02	-27,4392	-27,3152	23,34675
0,024	-15,9748	-15,8692	-21,4774
0,028	-10,2518	-8,66719	23,86118
0,032	-7,68426	-10,0681	-15,2399
0,036	-1,97044	-3,95726	-7,03664
0,04	7,252513	-1,47439	14,69794
0,044	8,315617	6,944773	-0,24343
0,048	15,69923	2,030152	-2,46865
	46,79	8,65	5,42
	21,36083	3,98592	2,497536

Sl. 22 - Promena brzine Mazde

Promena brzine Toyote, izmerena FEDKOM uređajem iznosi

$\Delta V = 21,5 \text{ km/h}$

Osnovni podaci iz EDR, očitano pomoću Bosch CDR uređaja:



Sl. 23 - 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 110 ms iznosila:

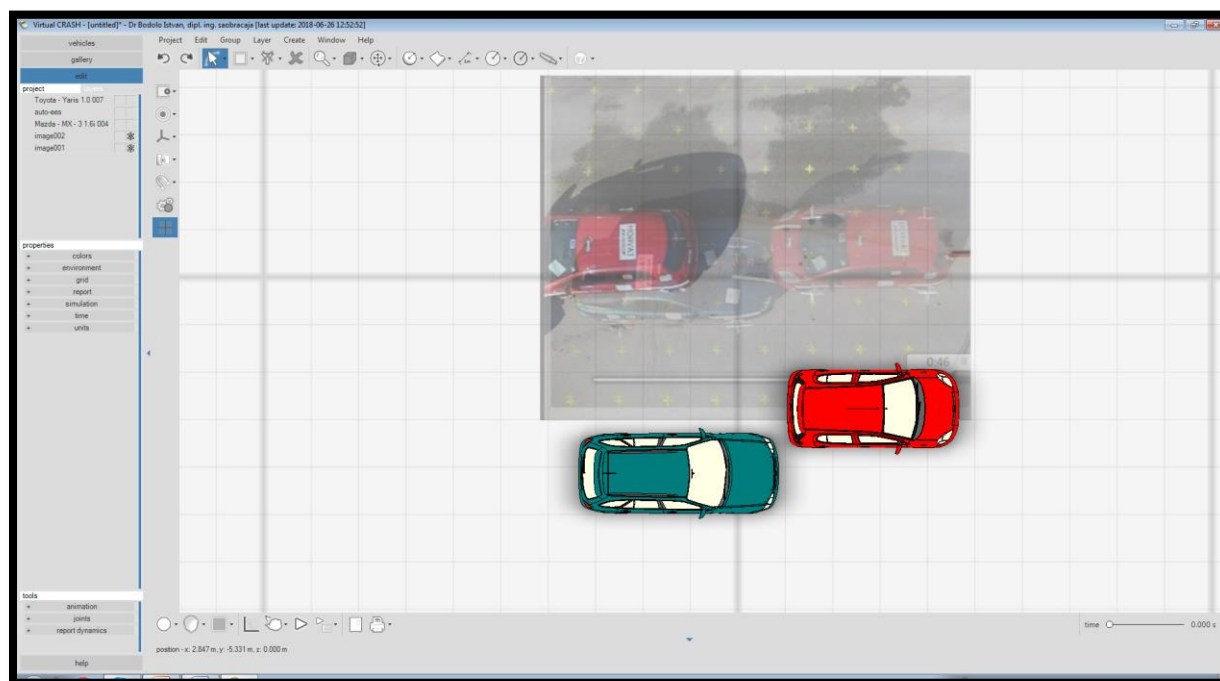
$$\Delta V = 24,5 \text{ km/h}$$

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 a drugi kada su se vozila zaustavila.

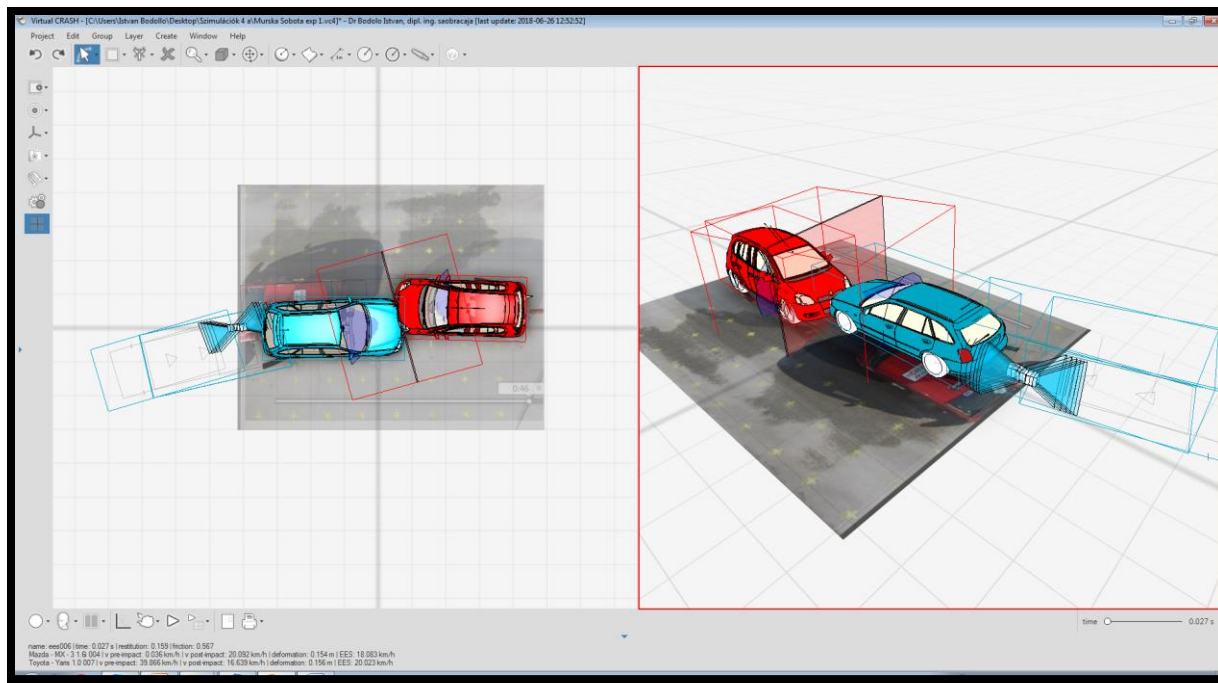
Snimke sam doveo u razmeru prema markerima na svakih 1 m na asfaltnoj podlozi a slike sam preklopio tako da se istovremeno mogu uočiti oba položaja oba vozila.

Nakon toga sam definisao Mazdu MX-3 realnih dimenzija i mase jednake realnom vozilu od 1060 kg i Toyote od 880 kg.



Sl. 24 - 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. 25 - Sudar

```

name: ees006 | time: 0.027 s | restitution: 0.159 | friction: 0.567
Mazda - MX - 3 1.6i 004 | v pre-impact: 0.036 km/h | v post-impact: 20.092 km/h | deformation: 0.154 m | EES: 18.083 km/h
Toyota - Yaris 1.0 007 | v pre-impact: 39.866 km/h | v post-impact: 16.639 km/h | deformation: 0.156 m | EES: 20.023 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 Toyota ponovo udarila u sustizanju Mazdu. 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.

$$EES_{Mazda} = 18 \text{ km/h}$$

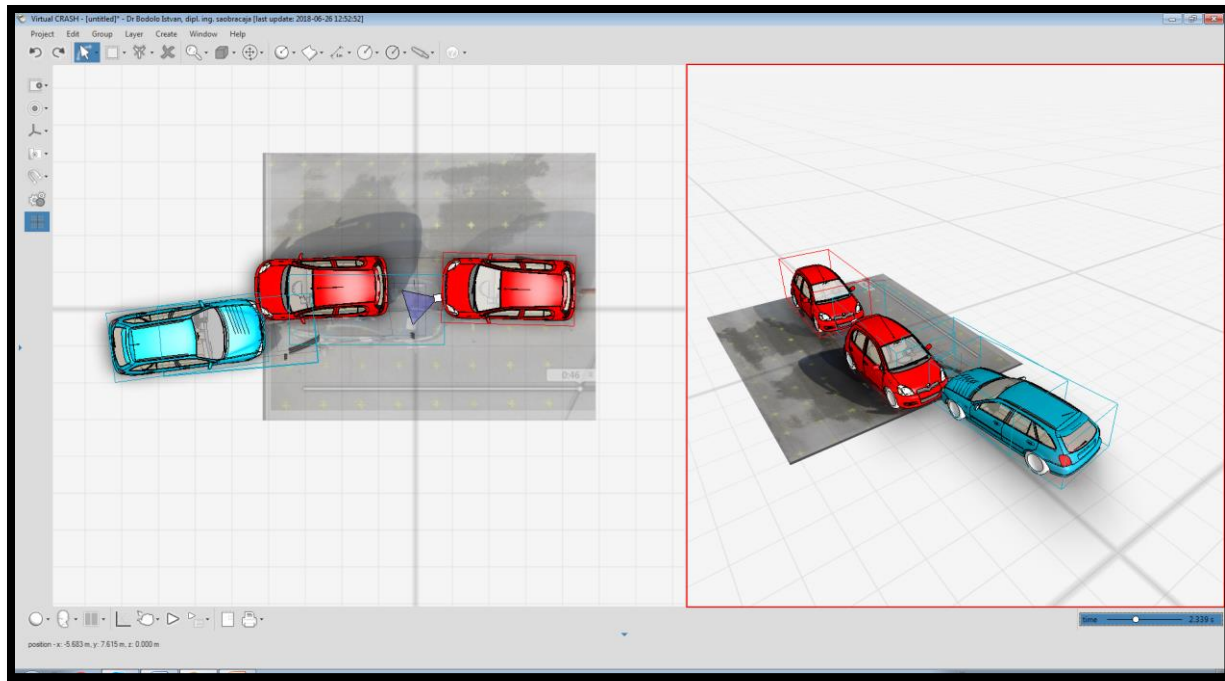
$$EES_{Toyota} = 20 \text{ km/h}$$

$$K = 0,16$$

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

$$\Delta V_{Mazda} = 20,1 \text{ km/h}$$

$$\Delta V_{Toyota} = 24,2 \text{ km/h}$$



Sl. 26 – Položaji zaustavljenih vozila

Mazda - MX - 3 1.6i 004 / ees	18,084 km/h
Mazda - MX - 3 1.6i 004 / delta v	20,088 km/h
Mazda - MX - 3 1.6i 004 / v pre-impact	0,035 km/h
Mazda - MX - 3 1.6i 004 / v post-impact	20,093 km/h
Mazda - MX - 3 1.6i 004 / omega pre-impact	0,988 rad/s
Mazda - MX - 3 1.6i 004 / omega post-impact	1,177 rad/s
Mazda - MX - 3 1.6i 004 / deformation	0,154 m
Mazda - MX - 3 1.6i 004 / GEV	1,111
Mazda - MX - 3 1.6i 004 / impulse ni	-171,202 °
Mazda - MX - 3 1.6i 004 / impulse nz	-0,703 °
Mazda - MX - 3 1.6i 004 / impulse ni (local)	-172,896 °
Mazda - MX - 3 1.6i 004 / impulse nz (local)	-0,804 °
Toyota - Yaris 1.0 007 / ees	20,022 km/h
Toyota - Yaris 1.0 007 / delta v	24,197 km/h
Toyota - Yaris 1.0 007 / v pre-impact	39,865 km/h
Toyota - Yaris 1.0 007 / v post-impact	16,638 km/h
Toyota - Yaris 1.0 007 / omega pre-impact	-0,008 rad/s
Toyota - Yaris 1.0 007 / omega post-impact	-0,097 rad/s
Toyota - Yaris 1.0 007 / deformation	0,156 m
Toyota - Yaris 1.0 007 / GEV	1,209
Toyota - Yaris 1.0 007 / impulse ni	8,798 °
Toyota - Yaris 1.0 007 / impulse nz	0,703 °
Toyota - Yaris 1.0 007 / impulse ni (local)	-169,663 °

Sl. 27 - Tabela rezultati i rezultati promene brzina

Tabela uprednih 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	40	40	24,54	24,1	24,2
	Mazda	1060	Čeono	0	0	21,56	-	20,1

Zaključci:

- Upotreba mernih uređaja daje nedvosmisleno tačne rezultate koji su se u tesnom 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.
- Izvršena je validacija programa za računarsku analizu Virtual Vrash 4, koja je pokazala visok stepen slaganja sa rezultatom promene brzina vozila (ΔV)
- Izvršena je provera parametara sudara programa za računarsku analizu (EES; K i $\dot{\gamma}$ (gama)), koji se svi nalaze strogo u realnim granicama.