

**Prof.dr. Ištvan Bodolo, dipl. Inž.**

## **Digitalna forenzika u saobraćajnim nezgodama u drumskom saobraćaju**

**Rezime:** Sve veći broj međusobno integrisanih elektronskih sistema koji upravljaju i memorišu podatke u vozilima, je stvorio osnove za sticanje uvida u parametre vozila pre nastanka sudara. Elektronski sistemi pamte i memorišu podatke nekoliko sekundi pre nastanka sudara, ukoliko sudar nastane. To daje osnove za izradu tačne vremensko prostorne analize za razliku od tradicionalnog načina rada. Podaci su tačni i naučno priznati.

**Kučne reči:** saobraćajne nezgode, digitalna forenzika, EDR, CDR, Dron, Rektifikacija

### **PROBLEM:**

Digitalizacije je zahvatila brojne segmente društva. Svaka informacija biće digitalizovana i prema tome precizna, nedvosmisljena i tačna. Ona je osnov brojnih poboljšanja, a posebno je korisna za upravljanje i nadzor. Sistemi rada, projektovanja, nadzora i dr. dosežu do gotovo svih pora ljudske delatnosti upravljajući procesima i postupcima na do sada neviđen način. Samo jedan primer: rad vozača koji se prati u realnom vremenu bilo gde da se nalaze (brzina, stanje i parametri vozila, gorivo, radna vremena...) sa trenutnom mogućnošću upravljanja postupcima...

### **PROBLEM U VEŠTAČENJU SAOBRAĆAJNIH NEZGODA:**

Tradicionalni način rada je baziran na materijalnim tragovima fiksiranim na licu mesta koji su osnov za utvrđivanje okolnosti nastanka sudara i na taj način određivanja vinosti učesnika.

Oblast saobraćajnih nezgoda obiluje skupom nepoznatih okolnosti. Ukoliko se koristi dedukcija, najčešće se ne može utvrditi dovoljno pouzdana slika okolnosti koje su dovele do sudara. Nakon toga, da bi se "uklopila" slika stanja stvari, pribegava se potpunoj i nepotpunoj indukciji koristeći se "znanjem", "iskustvom", ličnim poverenjem organa postupka u ličnost veštaka... Što je materijalnih tragova manje, NEpouzdanost saznanjih metoda je veća i kreće se u smeru generalizacije i apstrakcije.

Ukoliko jedna strana nije zadovoljna, inicira novo veštačenje, te ako je ono suprotno prvom, može da izbaciti u prvi plan sujetu veštaka pa se postupci produžavaju a da je istina i dalje nepoznata.

### **AKTUELNA PITANJA:**

Dosadašnja praksa često obiluje nedorečenostima čiju prazninu popunjava veština i "veština" veštaka i načela prava (veoma česta je "u neznanju lakše po okrivljenog", i brojne druge). Sledi nekoliko važnih aktuelnih pitanja na koje dosadašnje metode i postupci ne mogu dati nedvosmisleno tačan i istinit podatak koji je od ključne važnosti:

- Da li je vozač ne-forsirano kočio pre sudara, ukoliko je vozilo opremljeno ABS uređajima, na koliko dugom putu i kojim intenzitetom? Kolikom brzinom se kretao kada je reagovao?
- Da li je, kako je i gde je reagovao? Tri veoma važne činjenice u kontekstu kretanja i položaja drugog vozila.
- Kolikom se brzinom kretao kroz krivinu iz koje je izleteo? Šta je pri tome radio sa komandama? U kom stepenu prenosa se nalazio menjač? Koliki su bili obrtaji motora?...
- Kakvi su bili parametri kretanja vozila kada je prešao u levu traku i sudario se sa ususretnim vozilom?
- Šta je radio sa volanom kada je u sustizanju npr. desnim prednjim uglom vozila ili retrovizorom udario pešaka ili biciklistu?
- Da li je pre izletanja sa kolovoza udario u udarnu rupu?
- Da li je i ko je bio vezan sigurnosnim pojasom?
- Kolika je tačno promena brzine usled sudara (Delta V) - (nematerijalna šteta)
- Kako se tačno vozilo kretalo nakon sudara?
- Kolika je tačna sudarna brzina i brzina pre sudara?
- Kakav je bio redosled sudara, ko je koga prvi udario?
- Da li je do sudara došlo kretanjem jednog vozila unazad?
- Da li se zaustavio ispred raskrsnice?
- Da li je bio zaustavljen kada je došlo do sudara i koliko vremena?
- Da li je vozilo naletelo na poledicu ili blato i kako se kretalo zbog toga?
- ...

Sve su to pitanja na koje dosadašnja praksa nema pouzdan odgovor pa se koriste veština i "veština", iskazi, uverenja organa postupka i sl.

### **Metode i alati digitalne forenzike su od neposrednog interesovanja:**

- **Policiji**→**Tužilaštvima**→**Sudovima**: utvrđivanje činjenica u vezi fingiranih sudara, porekla vozila i okolnosti-uzroka nastanka sudara
- **Osiguravačima**: Naknada materijalne i nematerijalne  $\Delta V$  štete na osnovu okolnosti - uzroka nastanka sudara i utvrđivanja činjenica u vezi fingiranih sudara

- **Advokatima i korisnicima vozila:** za utvrđivanje činjenica ispravnosti bezbednosnih sistema u vozilima u slučaju njihovog zakazivanja u kritičnim trenucima /da li je vazdušni jastuk morao da se otvori, a nije.../
- **Uvoznicima i kupcima polovnih vozila:** u vezi eksploatacije vozila koje kupuju za utvrđivanje tehničko eksploatacionih parametara vozila koje kupuju, kao i mogućnost provere prethodnih oštećenja na vozilima.

### EDR (Event Data Retrieval System )

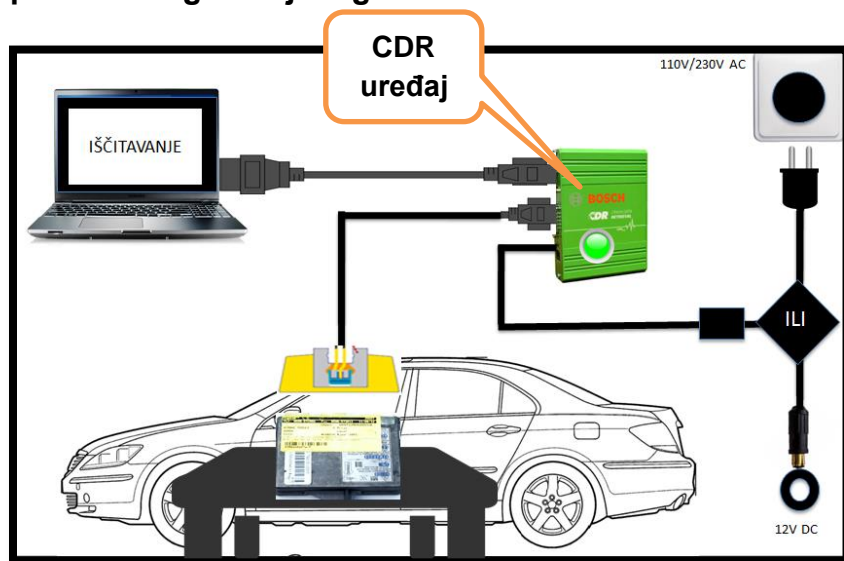
Sva savremena vozila, koja su opremljena elektronskim uređajima memorišu događaje u komandnoj jedinici vazdušnog jastuka (EDR). Ukoliko se dogodi sudar ili događaj sličan sudaru, koji načini odstupanje od dijapazona nazivnog rada svakog elektronskog uređaja, tada se automatski memoriše u trajnu memoriju poslednjih 5 sekundi pre nastanka događaja (sudara, upadanja u udarnu rupu, sletanja na bankinu...), sa frekvencijom najčešće na svakih 6 milisekundi. EDR memoriše i podatke tokom sudara i nakon sudara sve dok se vozilo ne zaustavi.

### CDR (Crash Data Retrieval)

CDR je uređaj koji čita podatke iz EDR i primeren je najviše utvrđivanju činjenica u vezi fingiranih sudara kao i za analizu realnih sudara. **On daje kompletne i nesumnjivo tačne podatke za izradu vremensko – prostorne analize.**

Karakteristika CDR uređaja je da je omogućeno očitavanje podataka bez mogućnosti da se upotrebom ovih uređaja podaci u vozilu mogu menjati!!!

U daljem će se izvršiti kratak prikaz CDR uređaja koji se sastoji od opreme koja omogućava očitavanje direktno iz vozila preko univerzalnog OBD priključka na vozilu. **CDR se ne ugrađuje u svako vozilo. To je eksterni uređaj koji se konektuje u svako vozilo pomoću odgovarajućeg kabla.**



Sl. 1 . Blok shema

## Zakonodavstvo i aktuelna pitanja

Zakonodavstvo SAD je rešilo problem da to nije crna kutija i da ne zadire u privatnost i da podaci nisu samo lično vlasništvo i da su dostupni organima postupka i drugim zainteresovanim stranama u postupku.

Zakonodavstvo SAD (i Koreje) je ozakonilo i da proizvođači vozila ne mogu tajiti podatke i propisalo vrstu i format podataka. Zbog toga sve veći broj robnih marki je i za Evropu otvorilo softvere za čitanje podataka.

Pod pritiskom Nemačkog zakonodavstva i ADAC-a, organi EU su ozakonili oblast za EU što znači da će sve fabrike trenutno omogućiti da CDR – uređaj za čitanje podataka može očitati one podatke koji budu ozakonjeni.

Pred sudom se ne može osporavati Darts međunarodni Certifikat (Međunarodne licence za skidanje podataka iz vozila i za analitiku) jer bi to bilo istog ranga kao i osporavanje bilo koje obrazovne diplome ili Rešenja Ministarstva pravde u vezi upisa u registar sudskih vestaka

Veštak-stručno lice pribavlja podatke relevantne za sud na sve dozvoljene načine i uz etičku obavezu da se permanentno usavršava i da prati nova tehnička dostignuća, a protivna strana može eventualno da osporava ispravnost u radu CDR i Crash Cube, kao npr ispravnost alkometara.

Da li postoji sertifikat proizvođača ili sl. o ispravnosti CDR i Crash Cube ? Ni jednim propisom u našoj zemlji nije propisano da treba imati licencu za to zbog toga što je to najnoviji proizvod savremene tehnologije

CDR je uređaj koji je razvila Američka ekspozitura BOSCH-a, i podaci koji se čitaju ovim uređajem nisu podložni izmenama i brisanjima (dobro ili zlonamernim).

Podaci su priznati u naučnim krugovima u pogledu njihove tačnosti.

## DARTs i autor

Privredno društvo **Darts**, Evropski ogranak EuDarts, finansirana od strane Holandske Vlade, pomoću njihove policije (Posebno odeljenje u Amsterdamu) u saradnji sa Američkim ogranakom kompanije Bosch je razvio uređaj i softver za očitavanje podataka CDR /Crash Data Retrieval System/ za vozila koja poseduju ugrađene EDR uređaje /Event Data Recorder/ i Crash Cube koja poseduju centralni računar – za očitavanje freez frame-ova. CDR je uređaj koji beleži i trajno memoriše podatke neposredno pred sudar, tokom sudara i neposredno nakon sudara, za putnička i teretna vozila i laka teretna vozila.

**Darts** je nezavisan od državnih organa, Osiguravača i proizvođača vozila.

Da bi neko posedovao CDR prethodno mora zaslužiti odgovarajuću Međunarodnu licencu za očitavanje koja se zaslužuje pred komisijom DARTs-a.

Lice koje poseduje licencu za očitavanje nije kvalifikovano za analizu podataka jer je za to neophodno zaslužiti Licencu za analitičara, koje obe poseduje autor koji je predstavnik za Srbiju.

Spisak licenciranih lica se nalaze na [www.EuDarts-group.com](http://www.EuDarts-group.com)

**U daljem će se prikazati dva realna sudara koja su se dogodila u Srbiji, očitana pomoću CDR uređaja:**

#### **PRIMER 1:**

Sudar sa smrtnom posledicom se dogodi ona teritoriji Srbije za koji je urađeno veštačenje sa sledećim parametrima i zaključcima:

**Mesto:** Naselje

**Tip sudara:** Upravni sudar

**Vozila:** SUV i bicikl

**Naletna brzina SUV = 30 km/h**

**Naletna brzina bicikla = Primerena prosečnoj**

**Saobraćajni znak II-1 "Ustupanje prvenstva prolaza"** za smer SUV – dobro uočljiv (Zapisnik o uviđaju)

**Biciklista nije bio obavešten** da li se kreće glavnim ili sporednim putem

**Zaključak:** Neustupanje prvenstva prolaza – Uzročni doprinos na strani vozača SUV

U radu je prikazan primer sudara iz domaće prakse, čiji parametri kretanja su očitani pomoću alata digitalne forenzike Bosch CDR 500.

Cilj prikazivanja ovog primera je moć digitalnih tehnika u odnosu na procene, račune i iskustva veštaka i način njihove implementacije u jedan saobraćajno-tehnički nalaz:

**Tačne okolnosti sudara:**

**Brzine SUV:**

Vozilo se nalazi u Nemačkoj u Štutgartu u eksploataciji sa oštećenjima nastalim u sudaru koja još nisu popravljena – limarski radovi.

Vozilo pre konkretnog sudara nije učestvovalo u nekom drugom sudaru.

Nakon organizovanog očitavanja pomoću CDR uređaja, Štutgarsko odeljenje DEKRE, u okviru naše EU Darts grupe, je očitalo i dostavilo mi podatke koji su ukazali da se vozilo u trenutku sudara kretalo brzinom od 56 km/h.

### Pre-Crash Data, -5 to 0 seconds (Most Recent Event, TRG 1)

| Time (sec)                 | -4.2      | -3.2      | -2.2      | -1.2      | -0.2      | 0 (TRG)   |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Vehicle Speed (MPH [km/h]) | 33.6 [54] | 33.6 [54] | 34.8 [56] | 34.8 [56] | 34.8 [56] | 34.8 [56] |
| Brake Switch               | OFF       | OFF       | OFF       | OFF       | OFF       | OFF       |
| Accelerator Rate (V)       | 1.45      | 1.48      | 1.45      | 1.45      | 1.37      | 1.37      |
| Engine RPM (RPM)           | 2,000     | 2,000     | 2,000     | 2,000     | 2,000     | 2,000     |

### T. 1 - Izvod izveštaja očitanih podataka

Rečju, sudarna brzina je iznosila 56 km/h, vozač nije kočio nego je držao nogu na akceleratoru a broj obrtaja motora je iznosio 2000 (zaokružen broj).

**Zaključak:** Razlika brzina u tužilačkom veštačenju u odnosu na tačnu brzinu iznosi 26 km/h ili 87%.



Sl. 3 - Oštećenja na vozilu



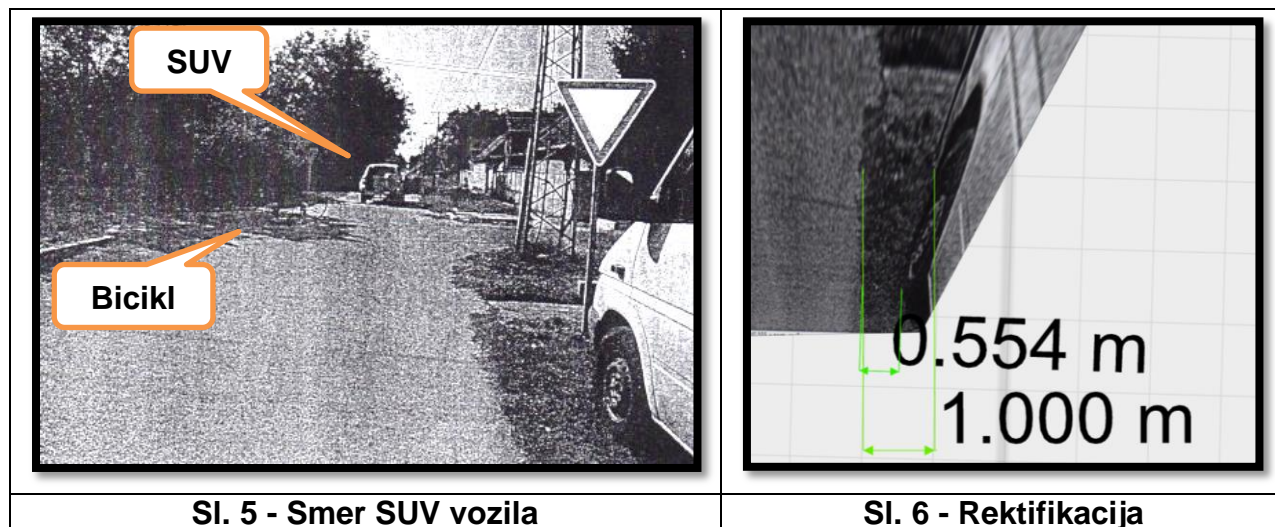
Sl. 4 - CDR – očitavanje u Štutgartu (Dekra)

**Mogućnost uočavanja saobraćajnog znaka znak II-1 "Ustupanje prvenstva prolaza" za smer SUV:**

U vreme sudara, saobraćajni znak je bio zaklonjen od strane parkiranog vozila.

Policijski službenik je konstatovao da se saobraćajni znak dobro uočavao.

Za utvrđivanje tačnog položaja kombi vozila u odnosu na saobraćajni znak, nakon izlaska na lice mesta radi odgovarajućih merenja izvršena je rektifikacija fotografije na osnovu koje je utvrđeno da se saobraćajni znak nalazio na 1 m od desne ivice kolovoza a da se spoljašnja ravan prednjeg levog točka parkiranog kombija nalazila 0,5 m od desne ivice kolovoza.



### Raskrsnica i vremensko prostorna analiza:

Raskrsnica je detaljno snimljena Dronom čija 2D slika je poslužila kao realna i tačna podloga za dokumentovanu vremensko-prostornu analizu.

Nakon postavljanja 3D modela parkiranog kombija tačne marke, tipa i godišta, na podlogu raskrsnice snimljene Dronom, i kreiranja SUV vozila koristeći se programom za analizu saobraćajnih nezgoda VCrash 4, koristeći se podacima o brzini SUV vozila očitano pomoću CDR uređaja, utvrdio sam da je vozač SUV vozila prvi put mogao uočiti saobraćajni znak "Ustupanje prvenstva prolaza" u svojoj celini, u skladu sa čl. 1 Pravilnika o saobraćajnoj signalizaciji, tek 1,1 s pre sudara.



**Sl. 7 - Prvo potpuno uočavanje saobraćajnog znaka**

Sudar bi se dogodio i pod uslovom da se SUV kretao brzinom od 50 km/h.

**Zaključak:** Primena alata digitalne forenzike omogućava tačne tj istinite rezultate za razliku od uobičajenih pristupa, na štetu načeka "In dubio pro reo" – "U neznanju lakše po okrivljenog".

## PRIMER 2:

Takom desnog skretanja putničko vozilo nije ustupilo prvenstvo prolaza autobusu koji je menjao saobraćajnu traku iz srednje u desnu.

Upotrebom CDR, očitana je naletna brzina vozila na desni bok autobusa od 34 km/h, kao i elementi za vremensko prostornu analizu, odnosno stanje delovanja na komande od strane vozača u toku 5 s pred sudar.



Sl. 8 – Oštećenja na Toyoti

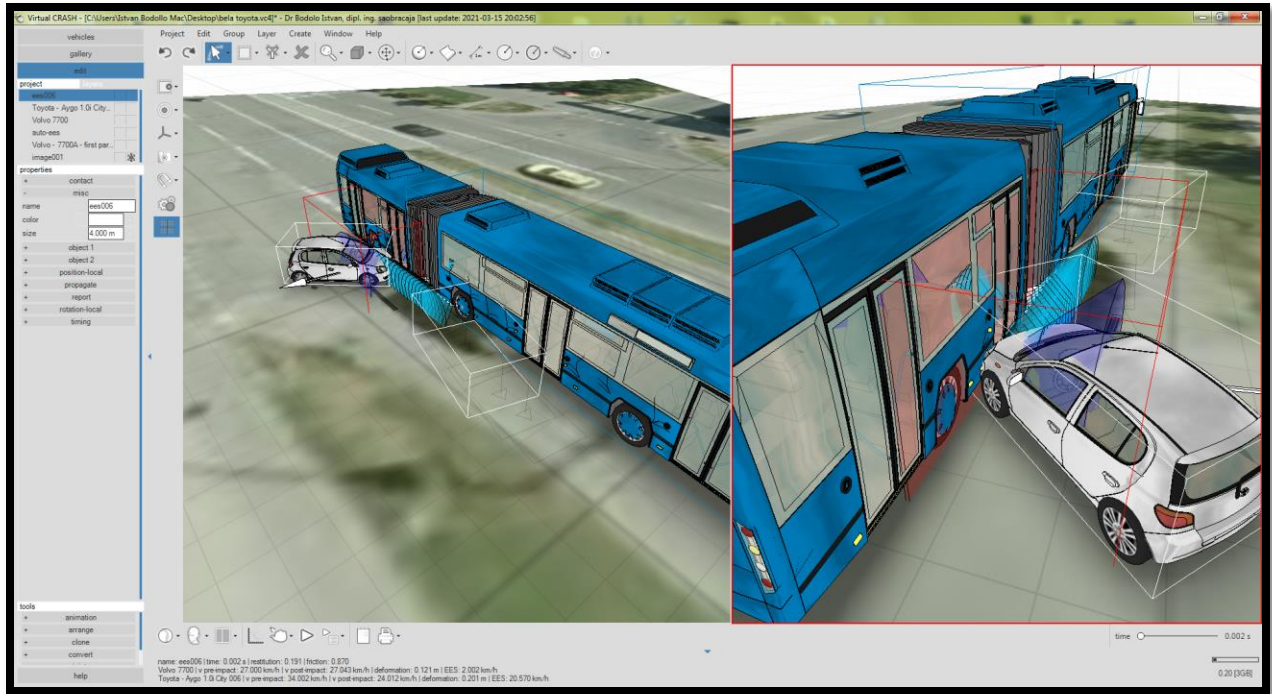


Sl. 9 – Oštećenja na autobusu

| Pre-Crash Data, -5 to 0 seconds (Most Recent Event, TRG 2)  |           |           |           |           |           |           |         |           |           |           |           |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Time (sec)  | -4.65     | -4.15     | -3.65     | -3.15     | -2.65     | -2.15     | -1.65   | -1.15     | -0.65     | -0.15     | 0 (TRG)   |
| Vehicle Speed (MPH [km/h])                                  | 26.7 [43] | 26.7 [43] | 26.1 [42] | 25.5 [41] | 24.9 [40] | 23.6 [38] | 23 [37] | 22.4 [36] | 21.7 [35] | 21.1 [34] | 21.1 [34] |
| Accelerator Pedal   | Invalid   | Invalid   | Invalid   | Invalid   | Invalid   | Invalid   | Invalid | Invalid   | Invalid   | Invalid   | Invalid   |
| Percentage of Engine Throttle (%)                           | Invalid   | Invalid   | Invalid   | Invalid   | Invalid   | Invalid   | Invalid | Invalid   | Invalid   | Invalid   | Invalid   |
| Engine RPM (RPM)  | 1,900     | 1,900     | 1,800     | 1,800     | 1,800     | 1,700     | 1,600   | 1,400     | 1,100     | 1,000     | 1,000     |
| Motor RPM (RPM)   | Invalid   | Invalid   | Invalid   | Invalid   | Invalid   | Invalid   | Invalid | Invalid   | Invalid   | Invalid   | Invalid   |
| Service Brake, ON/OFF                                       | OFF       | OFF       | OFF       | ON        | ON        | ON        | ON      | ON        | ON        | ON        | ON        |
| Brake Oil Pressure (Mpa)                                    | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.14      | 0.14      | 0.48      | 0.14    | 0.14      | 0.14      | 0.19      | 0.19      |
| Longitudinal Acceleration, VSC Sensor (m/sec <sup>2</sup> ) | 0.359     | 0.000     | -0.287    | -0.431    | -0.431    | -0.718    | -0.359  | -0.215    | -0.144    | -0.215    | -0.574    |
| Yaw Rate (deg/sec)  | 0.49      | 0.49      | 0.49      | -0.98     | 0.00      | 0.00      | 0.00    | -0.98     | -0.98     | -0.98     | -1.46     |
| Steering Input (degrees)                                    | 0         | 0         | 0         | -6        | -3        | -3        | -3      | -6        | -6        | -6        | -12       |

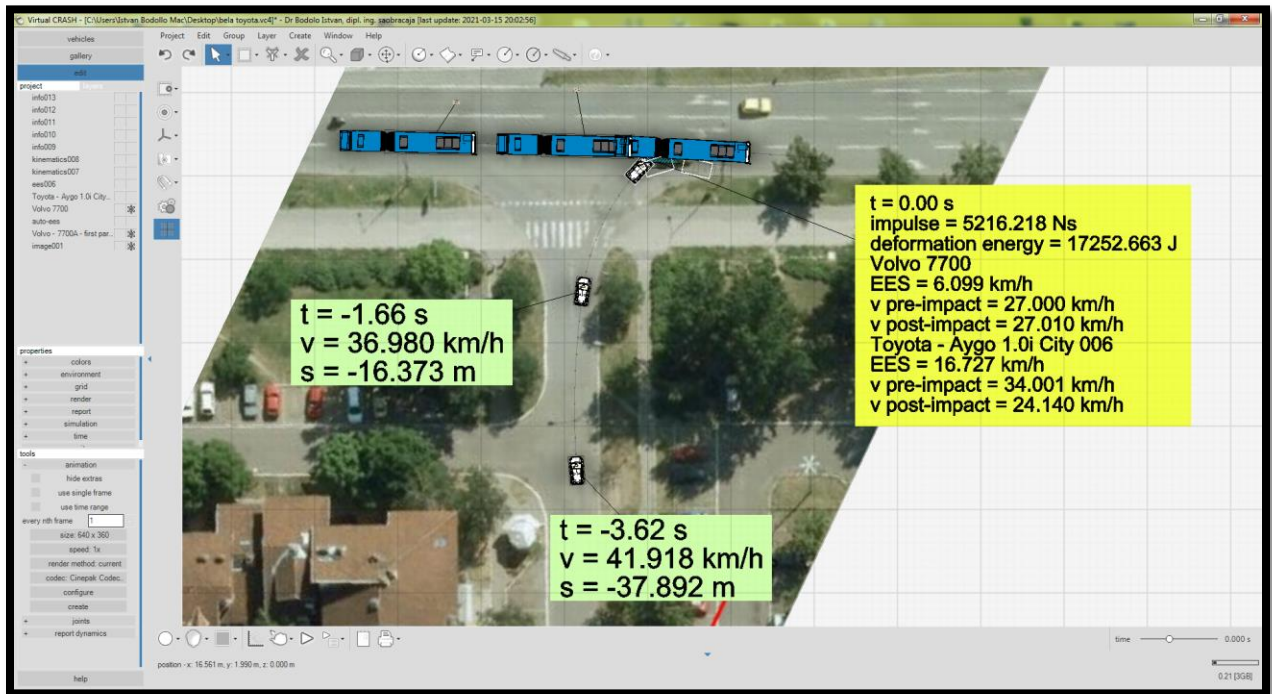
### T. 2 - Izvod izveštaja očitanih podataka

Na temelju očitanih podataka, korišćenjem detaljnog avionskog snimka RGZ, kreirao sam dinamičku analizu sudara, koja je potvrdila ispravan rad programa za analizu saobraćajnih nezgoda.



Sl. 10 - Brzine

name: ees006 | time: 0.002 s | restitution: 0.191 | friction: 0.870  
 Volvo 7700 | v pre-impact: 27.000 km/h | v post-impact: 27.043 km/h | deformation: 0.121 m | EES: 2.002 km/h  
 Toyota - Aygo 1.0i City 006 | v pre-impact: 34.002 km/h | v post-impact: 24.012 km/h | deformation: 0.201 m | EES: 20.570 km/h



Sl. 11 - Vremensko–prostorna analiza

## ZAKLJUČAK

Zakonodavstvo EU je krajem 2019, prema planu, ratifikovalo obavezu proizvođača vozila da otvore, do sada tajne softvere i podatke učine dostupnim za licencirana lica, sa određenom dinamikom otvaranja.

Dostupni podaci omogućavaju izradu tačne vremensko prostorne analize, utvrđivanje tačne sudarne brzine kao i tačnog uvida u radnje vozača pre, tokom i nakon sudara. Značaj znanja raste na račun veštine čiji značaj postaje sve manji.

Upotreba alata digitalne forenzike je sasvim nov sistem znanja, do sada nedevojlno nepoznat saobraćajno-tehničkim veštacima, koji će u skoroj budućnosti značajno promenti i povisiti zahteve za znanjem a suziti sivu zonu "iskustva", "mišljenja" i rzanih pravničkih načela "in dubio pro reo" i sl.

### PRIMER 3:

| Pre-Crash Data, -5 to 0 seconds (1st Prior Event, TRG 1)    |         |         |         |          |          |          |          |          |          |         |         |
|---|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| Time (sec)  | -4.55   | -4.05   | -3.55   | -3.05    | -2.55    | -2.05    | -1.55    | -1.05    | -0.55    | -0.05   | 0 (TRG) |
| Vehicle Speed (MPH [km/h])                                  | 4.3 [7] | 4.3 [7] | 5 [8]   | 6.8 [11] | 6.8 [11] | 7.5 [12] | 8.7 [14] | 8.7 [14] | 8.7 [14] | 4.3 [7] | 5 [8]   |
| Accelerator Pedal   | Invalid | Invalid | Invalid | Invalid  | Invalid  | Invalid  | Invalid  | Invalid  | Invalid  | Invalid | Invalid |
| Percentage of Engine Throttle (%)                           | Invalid | Invalid | Invalid | Invalid  | Invalid  | Invalid  | Invalid  | Invalid  | Invalid  | Invalid | Invalid |
| Engine RPM (RPM)  | 900     | 900     | 1,100   | 1,300    | 1,400    | 1,500    | 1,700    | 1,700    | 1,600    | 1,000   | 900     |
| Motor RPM (RPM)   | Invalid | Invalid | Invalid | Invalid  | Invalid  | Invalid  | Invalid  | Invalid  | Invalid  | Invalid | Invalid |
| Service Brake, ON/OFF                                       | OFF     | OFF     | OFF     | OFF      | OFF      | OFF      | OFF      | OFF      | ON       | ON      | ON      |
| Brake Oil Pressure (Mpa)                                    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.00     | 0.72     | 4.22    | 4.22    |
| Longitudinal Acceleration, VSC Sensor (m/sec <sup>2</sup> ) | -0.287  | 0.790   | 1.436   | 0.718    | 0.431    | 0.861    | 0.574    | -0.287   | -1.077   | -5.527  | -2.871  |
| Yaw Rate (deg/sec)  | -1.95   | -4.39   | -6.83   | -11.22   | -11.22   | -12.69   | -14.15   | -20.50   | -24.89   | -17.57  | -17.57  |
| Steering Input (degrees)                                    | -54     | -93     | -111    | -150     | -135     | -141     | -144     | -201     | -237     | -351    | -345    |