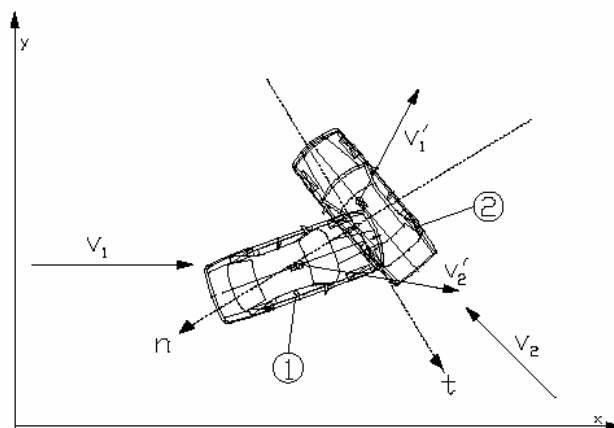


PRIMJENA RAČUNALA U ANALIZI PROMETNIH NESREĆA

OSNOVE

Analiza prometnih nesreća u stvari predstavlja praktičnu primjenu fizikalnih zakona, uz korištenje posebnih metoda koje su razvijene na temelju obavljenih pokusa i podesnih matematičkih metoda.

Premda je već započela primjena trodimenzionalnih analiza, iste još uvijek nisu dovoljno pouzdane tako da još uvijek prevladavaju postupci izračuna u jednoj ravnini. U praksi ta ravnina predstavlja kolnik ili neku drugu podlogu po kojoj se sudionici gibaju.



Slika 1: koordinatni sustav x-y sa vozilima

Kod analize sudara se primjenjuju temeljni zakoni fizike:

- **akcija je jednaka reakciji**, tj. sila kojom jedan sudionik u sudaru djeluje na drugoga je jednaka sili kojom drugi sudionik djeluje na prvoga.

- sila **F** je jednaka umnošku mase i ubrzanja (osnovni zakon dinamike) $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

Ubrzanje \vec{a} je promjena brzine u vremenu $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$

pa se sila može izraziti pomoću količine gibanja $\vec{F} = \frac{d}{dt}(m\vec{v})$
(veličina $m \cdot \vec{v}$ se naziva **količina gibanja**)

Za konstantnu masu ($m = \text{konst.}$) slijedi $m \int dv = \int F dt$

veličina $\int F dt = S$ se naziva **impuls sile**

Impuls sile jednak je promjeni količine gibanja što se uvažavajući sve naprijed izloženo može napisati u vektorskom obliku, za dva sudionika sudara

$$\begin{aligned}m_1 \cdot \vec{v}_1' - m_1 \cdot \vec{v}_1 &= \vec{S} \\m_2 \cdot \vec{v}_2' - m_2 \cdot \vec{v}_2 &= -\vec{S}\end{aligned}$$

Nakon uređivanja prednje dvije jednačbe dobije se konačna jednačba za količine gibanja odnosno impulse

$$m_1 \cdot \vec{v}_1 - m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{v}_1' - m_2 \cdot \vec{v}_2'$$

Na sličan način se dobiju jednačbe kojima se uzima u obzir rotaciju sudionika sudara, pri čemu je ω kutna brzina, \mathbf{J} moment inercije a \vec{r} krak djelovanja sudarnog impulsa

$$\begin{aligned}J_1(\omega_1' - \omega_1) &= \vec{r}_1 \cdot \vec{S} \\J_2(\omega_2' - \omega_2) &= \vec{r}_2 \cdot \vec{S}\end{aligned}$$

Deformacioni rad se izražava jednačbom $E_D = \frac{1}{2} m \cdot (EES)^2$

gdje je EES = Energy Equivalent Speed.

Uređivanjem prednjih izraza dobiju se jednačbe na temelju kojih se dalje vrše izračuni u programu.

Ovdje će se predstaviti računalni program po nazivom **CARAT** što je skraćenica od Computer Assisted Reconstruction of Accidents in Traffic.

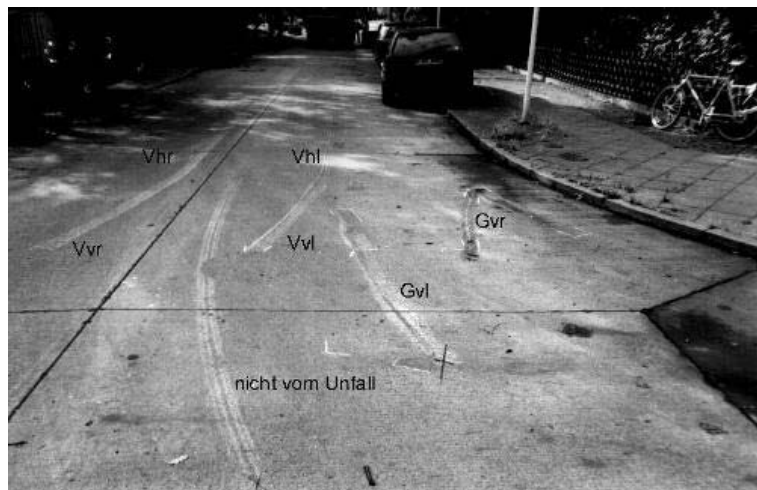
Autor programa je prof. dr. ing. HEINZ BURG iz Njemačke.

Tvrtka "VJEŠTAK" d.o.o. je prevela program na hrvatski jezik, a u tijeku je prijevod priručnika u kojemu su fizikalne i matematičke podloge, tako da će se program moći koristiti i u našoj pravosudnoj praksi.

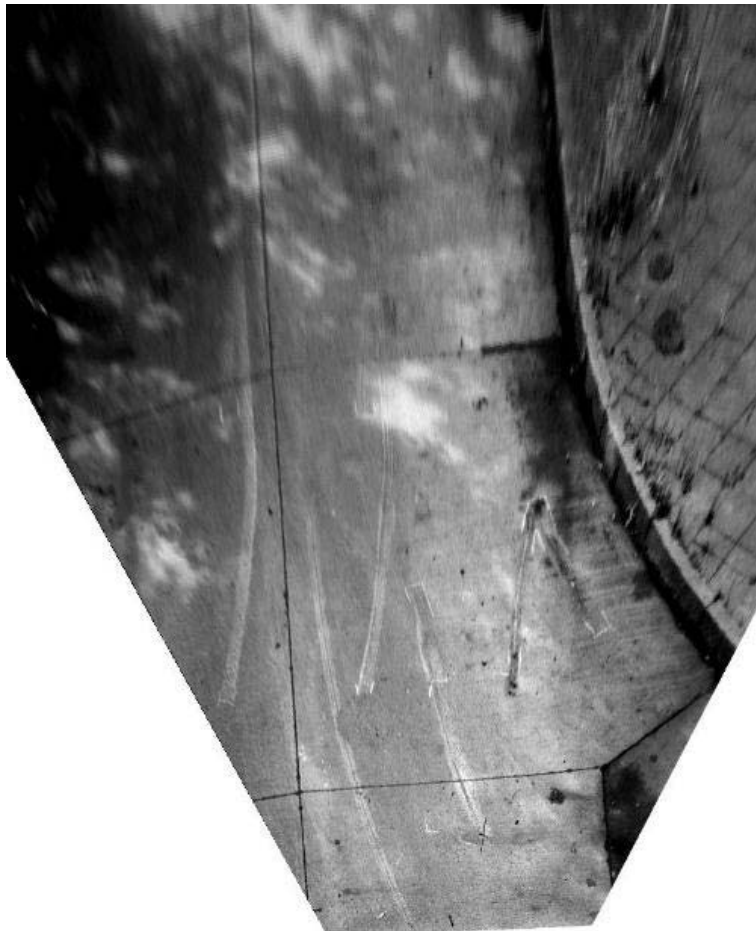
Programom se mogu analizirati različite prometne nesreće, no ovdje će se kao karakteristični slučaj prikazati sudar dva vozila.

Prije početka analize sudara potrebno je imati **točan** situacijski plan. Dobiti točan situacijski plan mjerenjem svakog segmenta traga zanošenja vozila na očevidu je vrlo dugotrajan posao, koji se u pravilu ne radi, tako da situacijski planovi nisu sasvim točni pa niti analiza koja se na njima temelji ne može biti sasvim točna.

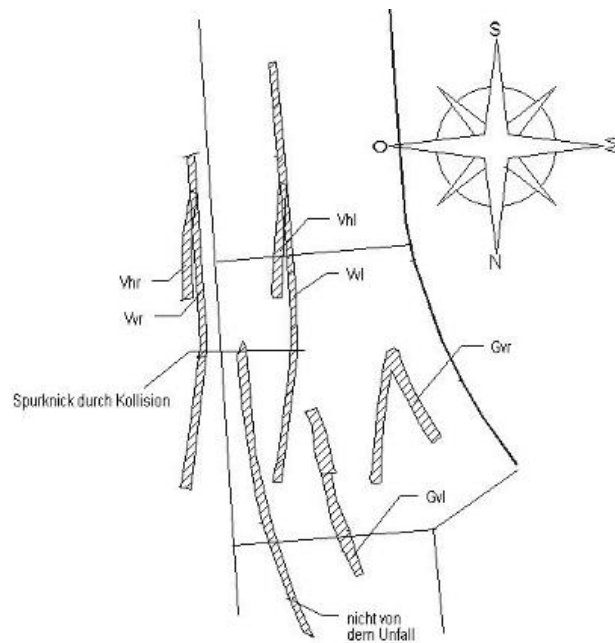
Ovaj problem točnosti očevida u je riješen na način da koriste fotogrametrijski postupci kojima se na temelju fotografija mjesta nesreće može izraditi situacijski plan sa tragovima.



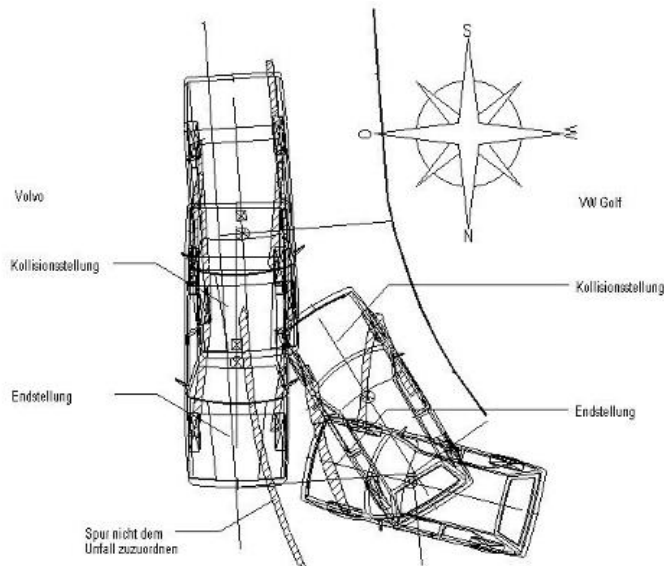
Fotografija mjesta nesreće



Fotogrametrijski obrađena fotografija mjesta nesreće



Situacijski plan nacrtan po fotogrametrijski obrađenoj fotografiji



Vozila postavljena u sudarni položaj

Nakon izrade situacijskog plana na isti se dodaju vozila koja su sudjelovala u nesreći, i na temelju tragova na kolniku i oštećenja na vozilima se rekonstruira položaj vozila u trenutku sudara.

Primjena računala ovdje dolazi do punog izražaja jer se kao prvo mogu koristiti točni crteži vozila a kao drugo na vrlo jednostavan način se mogu mijenjati položaji vozila i naći onaj koji je u potpunosti usklađen sa stvarnim tragovima i oštećenjima, i to su vrlo velike prednosti u odnosu na ručno crtanje vozila.

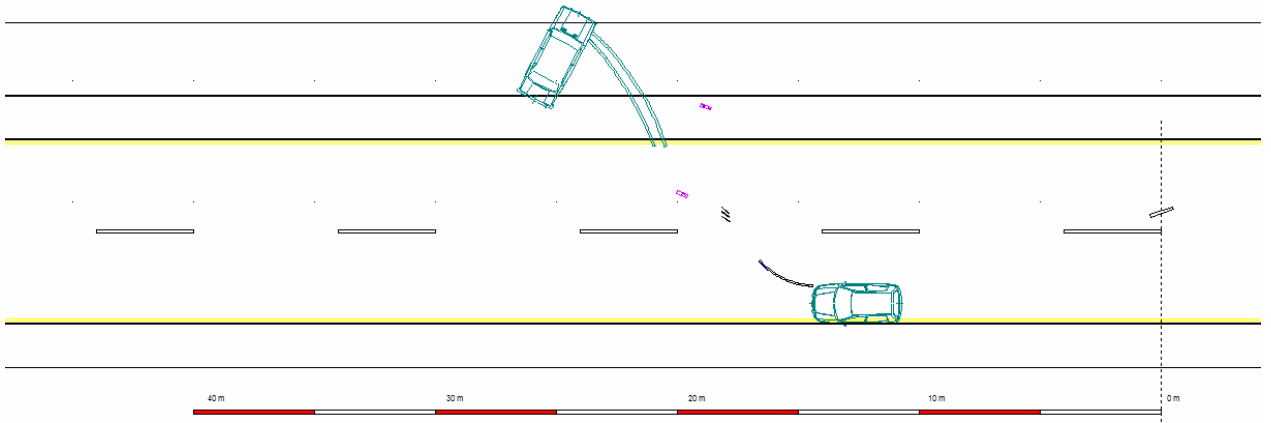
RAD SA PROGRAMOM "CARAT"

Nakon što se vozila postave u sudarni položaj, prema stvarnim oštećenjima i tragovima, podacima iz stručne literature i iskustvu vještaka se biraju koeficijenti i podaci koji će se koristiti u analizi.

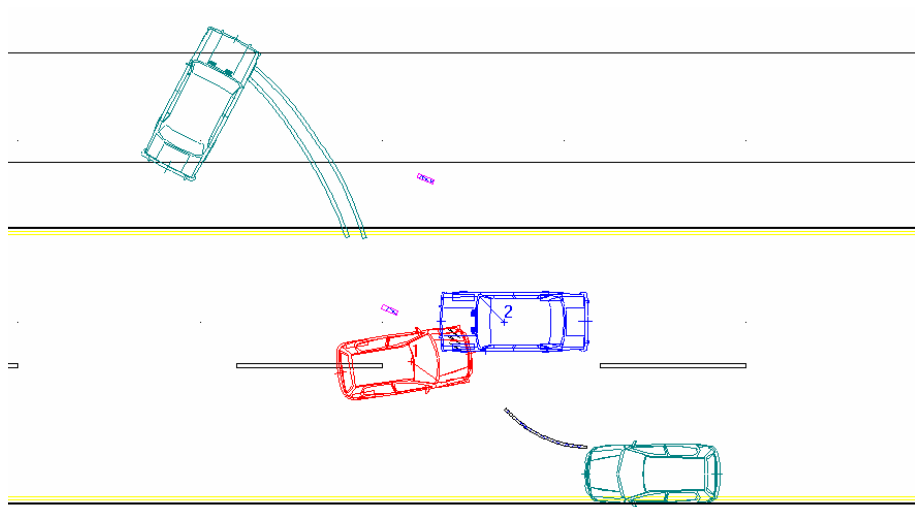
Analiza odnosno rekonstrukcija sudara se može vršiti prema naprijed odnosno prema nazad od odabranog trenutka odvijanja prometne nesreće.

Kod sudara vozila najčešće se analiza vrši unatrag, tj. iz parametara gibanja nakon sudara se izračunavaju parametri gibanja u trenutku sudara, a potom prije sudara.

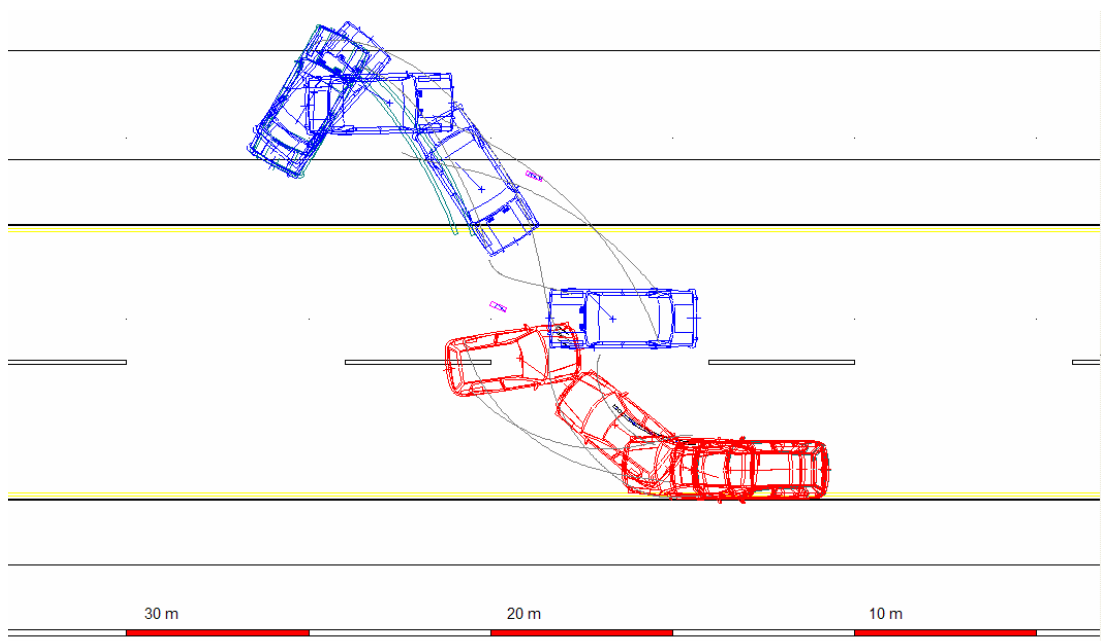
Dakle prvo je potrebno naći rješenje za gibanja vozila nakon sudara, a kriterij je da nakon provedene analize odnosno simulacije gibanja vozila nakon sudara vozila iz odabranog sudarnog položaja moraju završiti na položajima na kojima su se doista nalazila nakon nesreće.



Situacijski plan nesreće (iz spisa Općinskog suda u Osijeku)



Utvrđeni sudarni položaj vozila

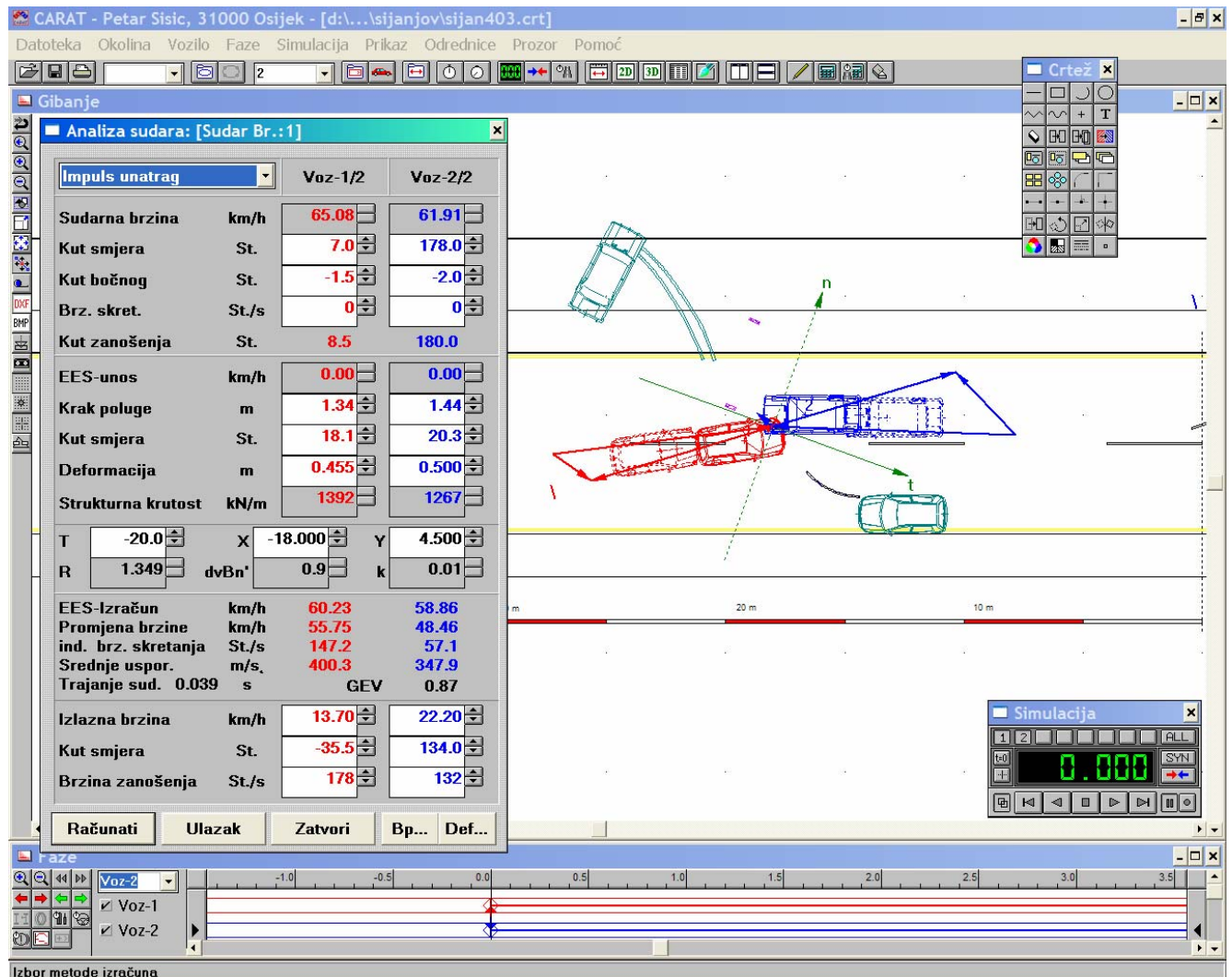


Rekonstruiranje gibanja vozila nakon sudara

Odabrane vrijednosti se unesu u program i načini se prvi korak odnosno prva simulacija koja u pravilu ne rezultira točnim završnim položajem vozila.

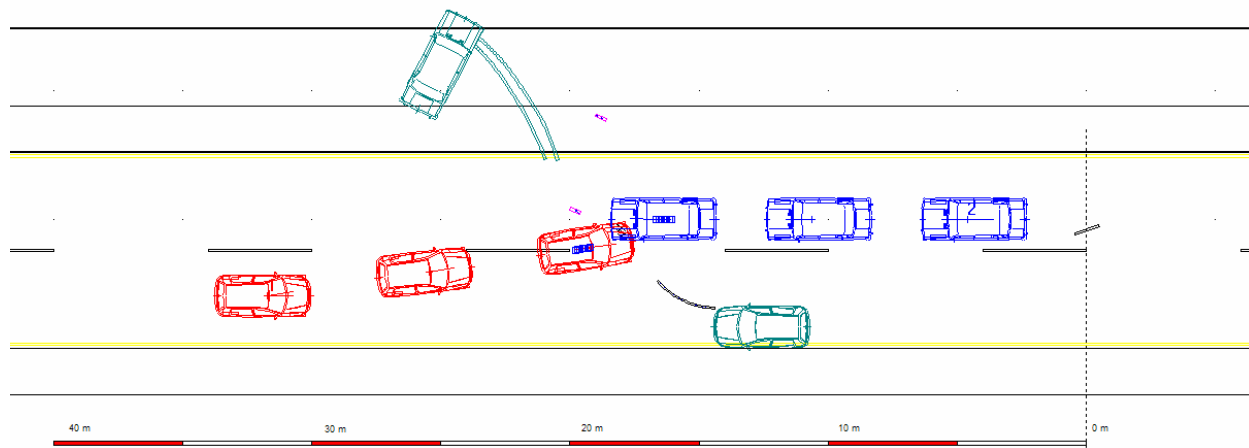
Mijenjanjem parametara, nakon više pokušaja na koncu se dobije zadovoljavajuće gibanje vozila kod kojega vozila završe na stvarnom položaju nakon sudara.

Unatražnom simulacijom od sudarnog položaja program nacrtava dijagram sudarnih impulsa i vektore brzina, i ujedno pokaže rezultate provedenog izračuna, kao što je prikazano na narednoj slici.



Naravno da se i kod ovog dijela analize najčešće u prvom koraku ne dobije zadovoljavajući rezultat, no mijenjanjem parametara gibanja vozila prije sudara dobije se zadovoljavajuće rješenje sudara.

Daljnjom analizom se može promatrati gibanje vozila prije sudara i način kako su ista došla u sudarni položaj, kao na narednoj slici.



ZAKLJUČAK

Primjenom modernih elektroničkih računala i programskih rješenja moguće je načiniti detaljne analize prometnih nesreća, sa odgovarajućim vremenskim prikazom tijeka odvijanja prometne nesreće.

Zahvaljujući multimedijalnim mogućnosti računala, danas sve to je moguće vrlo zorno prikazati u sudnici tijekom odvijanja rasprave i na taj način znatno olakšati rad suda u sagledavanju okolnosti prometne nesreće i ocjenjivanju iskaza sudionika i očevidaca.

Uključivanje Hrvatske u suvremene evropske i svjetske tokove je više nego nužno i nadam se da će trud uložen na prilagodbu vrhunskog računalnog programa za analizu prometnih nesreća biti od pomoći našim sudovima.

Petar Šišić dipl. ing.