

dr.sc. Željko Mršić,
viši predavač na Visokoj policijskoj školi

Mile Klanac dipl. ing.,
nastavnik predmeta struke,
Policijska akademija MUP RH

SUVREMENE TEHNOLOGIJE U OBAVLJANJU OČEVIDA PROMETNIH NESREĆA

Sažetak:

U članku se daje prikaz novih tehnologija u kriminalističkom istraživanju prometnih nesreća, napose kod obavljanja očevida. Svjedoci smo da se kod izmjera na mjestu događaja još uvijek koriste tradicionalne metode mjerenja kao što su mjerna traka, metalni metar i mjerna kolica, na što se gubi nedopustivo mnogo vremena. Umjesto toga, u radu policije se postupno uvode neki automatizirani sustavi i metode kao što su metoda totalne mjerne stanice i fotogrametrijske rektifikacije (PC Rect), te bespilotne letjelice. U članku su detaljno elaborirani i bogato vizualizirani principi rada, te opisane brojne prednosti navedenih sustava.

Ključne riječi: prometna nesreća, očevid, totalna mjerna stanica, PC Rect, bespilotne letjelice.

1. Uvod

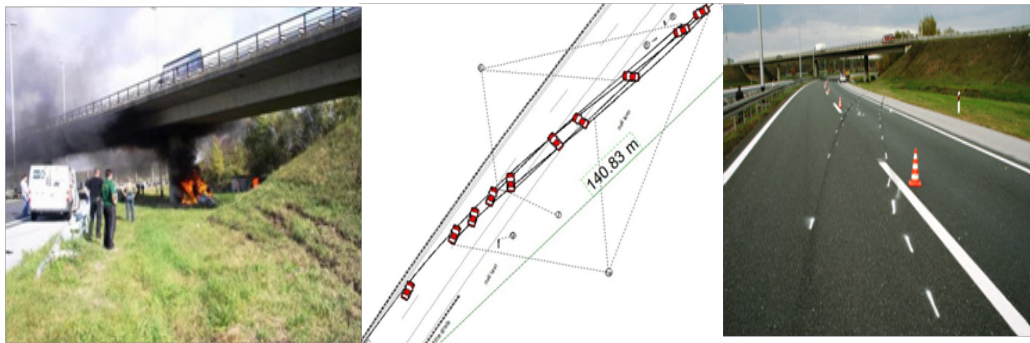
Uvodno, zasigurno stoji tvrdnja da je problematika kriminalističkog istraživanja cestovnih prometnih nesreća stara koliko i cestovni promet u današnjem smislu riječi. Naime, prometne nesreće su vjerni pratioci motorizacije cestovnog prometa, i uvijek se istraživalo doprinos kojeg sudionika je imao pretežan utjecaj na sam štetni događaj kako na razini utvrđivanja krivnje u kaznenopravnom, odnosno prekršajnopravnom smislu, tako i odgovornosti za posljedicu u smislu građanske odgovornosti za nanesenu štetu na tuđoj imovini, odnosno vozilu i drugim stvarima. Za policijske službenike u čijem opisu poslova stoji obveza kriminalističkog istraživanja prometnih nesreća je bitno poznavati zakonske uvjete, tj. osnove iz kojih proizlazi ovlast utvrđivanja činjenica, te sukladno tome razraditi odnosno primjenjivati legitimnu metodologiju utvrđivanja tih činjenica, kako bi se na njima mogao zasnivati konačan sud o

krivnji, odnosno odgovornosti za prouzročenu posljedicu. Onoga tko, makar i na elementarnoj razini percipira složenost i slojevitost predmetne teme, ne treba podsjećati na to kakve su katastrofalne posljedice prometnih nesreća u smislu ljudskih žrtava te materijalnih i inih gubitaka koje izravno ili neizravno proizlaze iz prometnih nesreća. Slijedom toga, izlišno je i navoditi koliko u smislu sigurnosti i protočnosti prometa kao žile kucavice suvremenog društva, znači svaki napredak, automatizacija i uvođenje novih tehnologija u kriminalističko istraživanje prometnih nesreća. Dokazna pravila u svim postupcima s pravom zahtijevaju preciznosti izmjera kod fiksiranja mjesta događaja svakog kažnjivog čina, što je kod kriminalističkog istraživanja prometnih nesreća ponekad od krucijalnog značaja, naročito ako se ima na umu izvjesnost rekonstrukcije događaja i vještačenja od strane ovlaštenih vještaka. S tim u svezi tri su ključna i minimalno potrebna dokumenta koje policija sačinjava povodom prometne nesreće koju kriminalistički istražuje, a to su zapisnik o očevidu, skica mjesta događaja, odnosno situacijski plan, te foto ili video elaborat ili zapis. Oni se isprepleću u svojoj dokaznoj i spoznajnoj vrijednosti i svaki ima svoj značaj usmjeren na to da drugoj osobi, koja nije bila na mjestu događaja, plastično i potpuno predoči činjenice potrebne za donošenje suda o događaju, te doprinosu aktera. To može biti sudac, odnosno članovi sudskog vijeća ali i vještak i druge stručne osobe koje se mogu uključiti u utvrđivanje i razjašnjavanje činjenica u pojedinoj fazi postupka. Izrada svih tih dokumenata počiva na mjerenju i prenošenju mjera na određeni dokument, pa sve dotle da se i fotografiranje ili video dokumentiranje vrši na način da se određeni važni tragovi i predmeti fiksiraju uz mjernu vrpču ili letvu kako bi se plastično i precizno dimenzionirali.

2. Mjerenje

Mjerenje je, dakle, važna i složena komponenta izrade očevidne dokumentacije, a poglavito situacijskog plana mjesta prometne nesreće. Osnovni zadatak je da se utvrde dimenzije odnosno točni prostorni odnos tragova i predmeta koji su važni za razjašnjavanje dinamike i ostalih elemenata nastale prometne nesreće. Na žalost, još uvijek je u dnevnoj policijskoj praksi gotovo u potpunosti zastupljen tradicionalni, (ručni) način mjerenja uz pomoć mjerne trake, metalnog metra i mjernih kolica, a cijeli sustav mjerenja na mjestu događaja mora se vezati za jednu fiksnu točku mjerenja koja pomaže pri kasnijoj eventualnoj rekonstrukciji događaja.

Slika 1: Klasični način mjerenja¹



Takav ručni sistem mjerenja (u pravilu mjerna kolica), podrazumijeva obično i mjerenje u nizu, kroz primjenu pravokutnog, trokutnog i kombiniranog mjerenja u sustavu uzastopnih trokuta, trokuta s zajedničkom stranicom, sustava izlomljene osovine te radijalno mjerenje zakrivljenosti ceste.

Glavni nedostatak takvog tradicionalnog načina mjerenja je dugotrajnost postupka, a kod složenijih situacija gdje je mjesto događaja razvučeno na više desetaka ili stotina metara, kao na slici 1., mogućnost tehnički potpuno preciznog mjerenja je često vrlo upitna. Kasnije korištenje takvih situacijskih planova kao podloga za analizu i primjenu suvremenih softverskih alata kao što su PC Crash, Carat ili Virtual Crash su često manjkave i nepouzdana što dovodi do dugotrajnih sudskih postupaka s nerijetko velikim upitnikom koji stoji nad takvim situacijskim planovima.

Umjesto ručnog mjerenja uz pomoć mjernih kolica, izrade kroki skice te kasnije ručnog iscertavanje situacijskog plana u mjerilu, danas se koriste neki automatizirani sustavi i metode kao što su metoda totalne mjerne stanice i metoda fotogrametrijske rektifikacije (PC Rect).

Za grafičku obradu prikupljenih podataka i izradu situacijskog umjesto ručnog iscertavanje situacijskog plana u mjerilu, koriste se razni grafički programi (sustav MUP-a koristi program Easy Street Draw).

3. Totalna mjerna stanica

Jedna od novijih i suvremenijih metoda snimanja otvorenih prostora, pa tako i mjesta događaja prometne nesreće je snimanje uz pomoć totalne mjerne stanice. Riječ je o hardversko - softverskom uređaju, inačici elektroničkog teodolita s širokim mogućnostima izvođenja mjernih operacija. Ima ugrađen

¹ Fotografije i skice koje se u radu koriste (od 1-24), su autorski uradak koautora radnje M. Klanca ili Multirotor d.o.o., Ervin Šilić, Goran Skelac, 2013. godine. Fotografije sa zemlje i skice (prikazi) su uradak M. Klanca, a fotografije iz zraka Multirotor d.o.o.

mikroprocesor koji provodi automatski tok mjerenja. Prikaz svih rezultata je digitalan a podaci se registriraju automatski tj. mjere na mjestu događaja zapisuju se u data collector u digitalnom obliku. Može mjeriti dužine do 1000 metara s točnošću +/- 1.0 mm.

Sustav totalne mjerne stanice sastoji u osnovi od dva uređaja:

1. Mjerne stanice (SET 330R/530R/630R)
2. Data collector, tj. ručnog računala (Symbol MC 9000K)

Instrument omogućuje mjerenje daljine te vodoravnog i vertikalnog kuta.

Daljina se mjeri emisijom infracrvene svjetlosti između instrumenta na stajalištu i cilja na kojem se nalazi ciljna točka s prizmom.

Slika 2: Totalna mjerna stanica



Položaj točke u ravnini moguće je odrediti s dvije veličine u pravokutnom koordinatnom sustavu to jest koordinate „x“ i „y“ odnosno dvodimenzionalno određivanje koordinata.

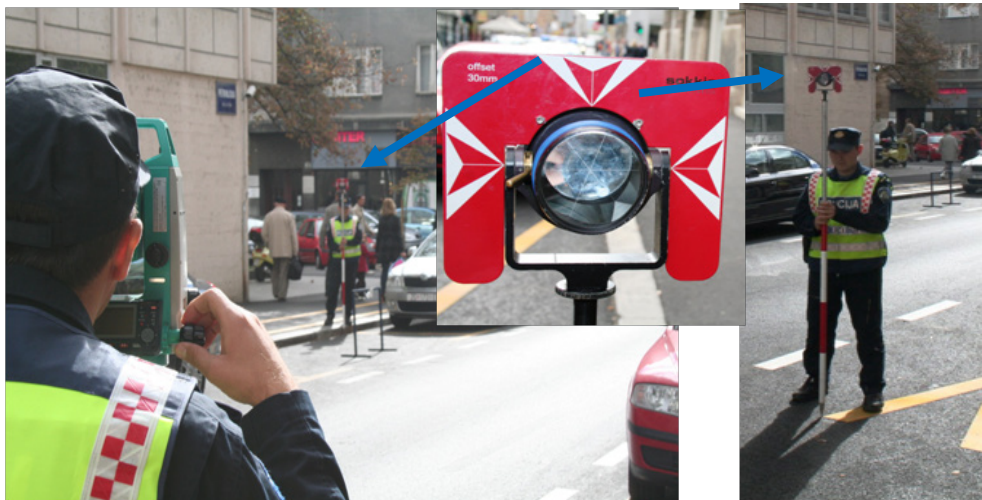
Za prostorni položaj potrebna je i treća koordinata „z“, tako da ovi uređaji mogu odrediti i trodimenzionalni položaj mjerene točke. Obzirom da se uređaj pozicionira uz pomoć globalnog pozicijskog sustava (GPS-a), svaka točka je određena s geografskom širinom i dužinom.

Prije započinjanja mjerenja, mjerna stanica se postavlja na stativ, spaja se na ručno računalo, nivelira, određuje njena visina te pozicionira u odnosu na

sjever. Sva mjerenja koja se obavljaju mjernom stanicom vežu se uz referentne točke od kojih počinju sva mjerenja. Kao referentne točke obično se uzimaju čvrsti objekti za koje se pretpostavlja da će ostati nepromijenjeni u dužem periodu. Ako takvih objekata nema u zoni mjesta događaja, referentne točke se određuju zabijanjem metalnih klinova uz rub kolnika.

Kada stanica postane operabilna, započinje mjerenje pozicija određenih točaka, postavljanjem teleskopa sa prizmom na točke mjerenje. Točke mjerenja su gabariti (dimenzije) prometnice, raskrižja, zavoja odnosno površine na kojoj se dogodila prometna nesreća, točaka koje predstavljaju horizontalnu i vertikalnu signalizaciju, prateće objekte uz mjesto događaja te ono najbitnije - mjerenja pronađenih tragova, odnosno njihovo pozicioniranje u odnosu na samo mjesto događaja.

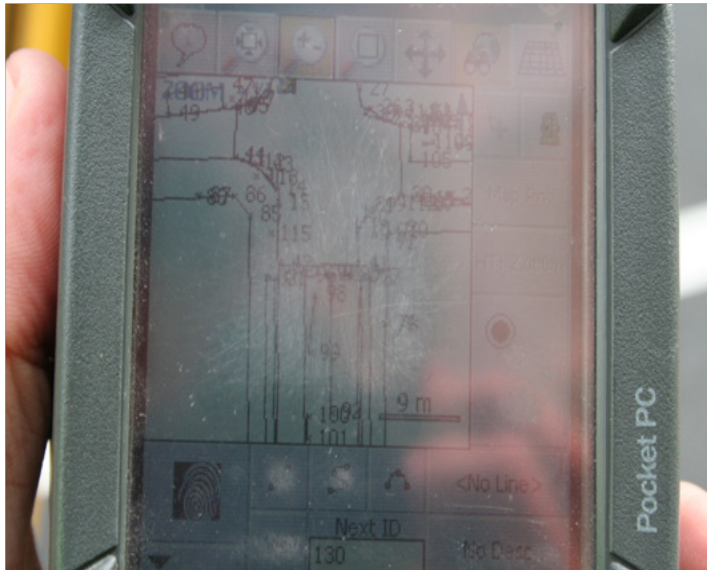
Slika 3: totalna mjerna stanica u uporabi



Odabirom i mjerenjem što većeg broja točaka dobiva se precizniji prikaz mjesta događaja. Za lociranje i snimanje neke točke u prostoru, potrebno je svega nekoliko sekundi.

Kada određena točka bude izmjerena, njena pozicija se zapisuje u ručnom računalu koje je povezano s mjernom stanicom a istovremeno se pojavljuje na zaslonu ručnog računala. Povezivanjem učitanih točaka linijama (ravna, zakrivljena, slobodna i sl.) na displeju se pojavljuju obrisi prostora (raskrižja, zavoja i sl.) koji mjerimo, pozicija vozila koja su sudjelovala u prometnoj nesreći, pozicija tragova koji su nastali na njihovom kretanju prije i poslije sudara.

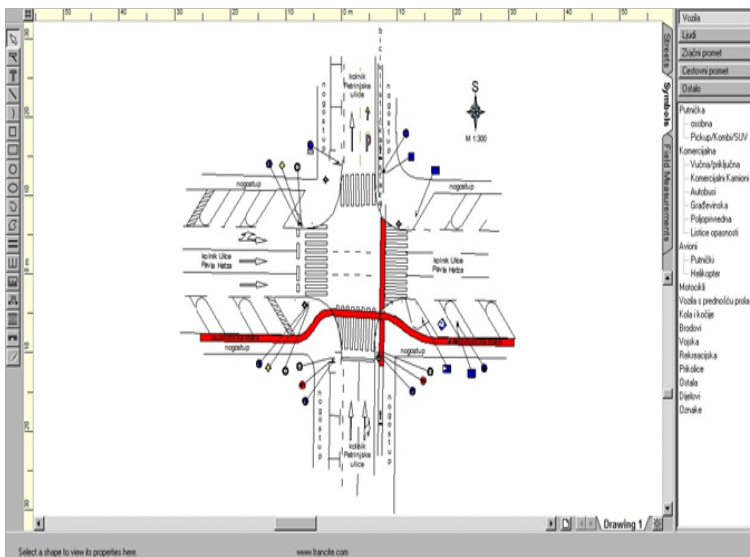
Slika 4: obrisi prostora na displeju



Spajanjem položaja točaka dobiva se izlazni rezultat, tj. situacijski plan mjesta događaja.

Nakon završenog mjerenja, digitalni zapis svih mjera iz ručnog računala, eksportira se na stolno ili prijenosno računalo, gdje se ti podatci obrađuju uz primjenu odgovarajućih grafičkih softverskih alata kao što su „Map scenes pro“, i „Easy Street Draw“

Slika 5: obrada podataka



Osim vrlo visoke točnosti izmjerenih podataka, druga velika prednost ove metode je mogućnost izrade situacijskih planova „unaprijed“ tj. stvaranje baze podataka izmjerenih pozicija na kojima se učestalo događaju prometne nesreće te kasnije višekratno korištenje izmjerene pozicije, na koju je potrebno samo pozicionirati tragove koji su nastali kao posljedica prometne nesreće. Još jedna od prednosti ove metode mjerenja je, da je prilikom očevida moguće mjerenjem pozicionirati samo zatečene tragove, a ako iz nekog razloga (loši vremenski uvjeti, smanjena vidljivost i slično), nije odmah moguće izmjeriti raskrižje, odnosno poziciju na kojoj je došlo do nesreće, mjerenje se može nastaviti nekom drugom prilikom a da se niti malo ne izgubi na točnosti.

MUP RH je od 2006 godine započeo s implementacijom ovog projekta u četiri najveće policijske uprave, međutim primjena ove tehnologije niti izbliza, iz ovih ili onih razloga nije iskorištena, odnosno nije u dovoljnoj mjeri unaprijedila upravljanje policijskim procesima prilikom kriminalističko tehničkog fiksiranja mjesta događaja.

4. PC Rect

Kako je već spomenuto, za kvalitetnu analizu prometne nesreće i utvrđivanja mehanizma njenog nastanka odnosno utvrđivanja uzroka, jedan od glavnih preduvjeta je kvalitetna, točna i precizna očevidna dokumentacija, koju nije moguće sačiniti bez primjene suvremenih i pouzdanih metoda fiksiranja. Nesumnjivo je jedna od pouzdanih metoda prikaza mjesta događaja rektifikacija digitalne fotografije uz pomoć PC Recta, kompjutorskog programa za izradu prikaza mjesta događaja prometne nesreće. Sam program temelji se na fotogrametrijskoj transformaciji pogleda iz perspektive u tlocrtnu projekciju. Fotogrametrija se zasniva na fotografiji kao nositelju informacije. Foto snimci na autentičan način upotpunjuju vizualnu predstavu o događaju i nose puno više informacije nego što se može dobiti klasičnim, odnosno za sada uobičajenim fiksiranjem mjesta događaja.

Uvođenjem fotogrametrijske rektifikacije omogućen je novi pristup u postupku kriminalističko tehničke obrade mjesta događaja prometne nesreće, te jednostavniji i točniji pristup kasnijoj analizi prometne nesreće.

Smanjuje se vrijeme kriminalističko tehničke obrade mjesta događaja, a samo skraćivanje očevida koji ponekad znaju potrajati i više sati, skratilo bi zastoje na cestama, preusmjeravanje prometa na alternativne pravce što nije ekonomski značajno, pogotovu na cestama pod naplatom, posebno u vrijeme turističkih špica.

Također se smanjuje i mogućnost pogreške, bilo da je ona posljedica subjektivne prirode ili nemogućnosti da se objektivno fiksiraju tragovi koji mogu poslužiti u daljnjim analizama. Preciznost i točnost se višestruko povećavaju, tako da ovako fiksirani podaci mogu poslužiti kao idealna podloga za kasnije

analize i prometno tehnička vještačenja.

Fotogrametrijskom rektifikacijom se mjesto događaja trajno pozicijski fiksira u gotovo nepromijenjenom obliku tako da se u eventualno svim kasnijim fazama mogu „otkriti“ novi tragovi koji iz nekog razloga nisu fiksirani za vrijeme očevida ili nije utvrđena njihova točna pozicije. Ova metoda daje vrlo veliku mogućnost kontrole i autokontrole fiksiranog stanja, provjere utvrđenog, odnosno eventualno ispravljanje propuštenog prilikom obavljanja očevida.

Digitalizirane slike mjesta događaj se prenose u računalo gdje se primjenom određenih, za tu namjenu predviđenih programa dalje obrađuju i analiziraju (PC Rect).

Optimalna fotografija za rektifikaciju mjesta događaja je ona koja je snimljena iz položaja što bliže „ptičjoj perspektivi“, odnosno s pozicije koja je što viša od prosječne pozicije visine čovječjih očiju. Ovaj problem do sada se rješavao na razne načine, korištenjem ljestava, objekata koji se nalaze uz mjesto događaja, visinskih vatrogasnih vozila s korpom koja se može podići na visinu i do 35 metara iznad mjesta događaja.

Slika 6: mjesto događaja iz „ptičje perspektive“



Pojavom bespilotnih letjelica vrlo uspješno je riješen problem optimalne fotografije za rektifikaciju, a sama primjena PC Rect-a je time još i više dobila na značenju kao alat za širu praktičnu primjenu.

5. Korištenje bespilotnih letjelica

U nastavku rada slijedi prikaz primjene bespilotne letjelice u kombinaciji s PC Rect-om, totalnom mjernom stanicom, gdje je za grafičku obradu korišten

softverski program „Easy Street Draw 4“.

U prezentaciji su korištene foto snimke mjesta događaja, koje su napravljene iz bespilotne letjelice „MR8X“. Za obradu, odnosno rektifikaciju foto snimki korišten je softverski program „PC Rect“, dok je za izradu skice korištena rektificirana fotografija unesena u softverski program „Easy Street Draw 4“

Slika 7: prezentacija rada s bespilotnim letjelicama



Slika 8: bespilotna letjelica „MR8X“



Slika 9: Prikaz mjesta događaja simulirane prometne nesreće



Slika 10: Prikaz mjesta događaja s podignutom letjelicom



Slika 11: Prikaz letjelice u zraku iznad mjesta događaja



Slika 12: monitor upravljačke konzole



Na monitoru upravljačke konzole letjelice u realnom vremenu vidi se ono što letjelica snima. Kamera može istovremeno bilježiti video i foto zapis u visokoj HD rezoluciji.

Slika 13 i 14: prikaz markera

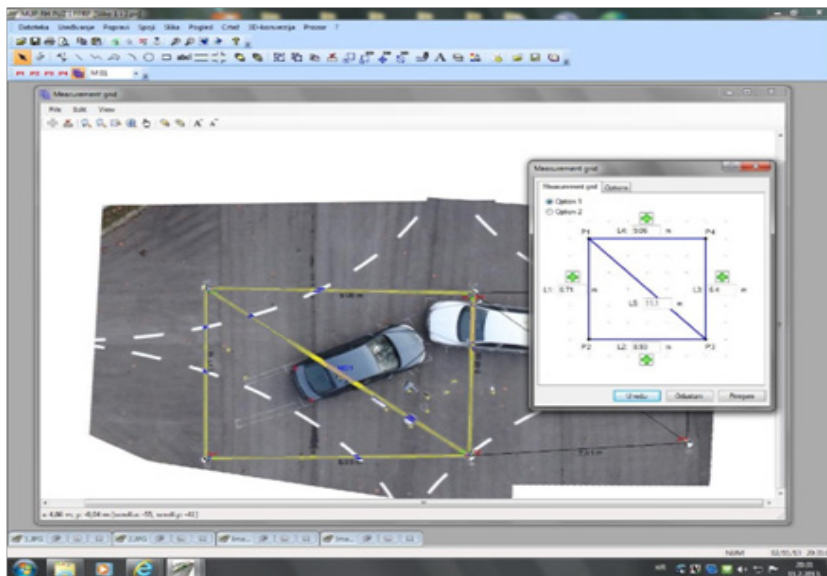


Prije snimanja fotografije, da bi se ona kasnije mogla rektificirati, potrebno je na mjestu događaja označiti „markere“ (crvene strelice), odnosno 4 nekolinearne točke s izmjerenim udaljenostima između njih (prvo polje).

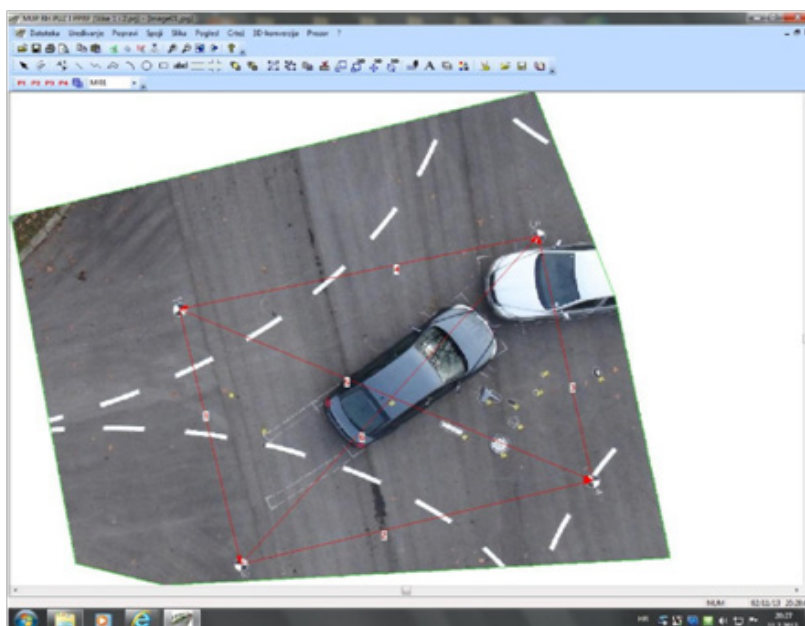


Prikaz sličan prethodnoj fotografiji (drugo polje)

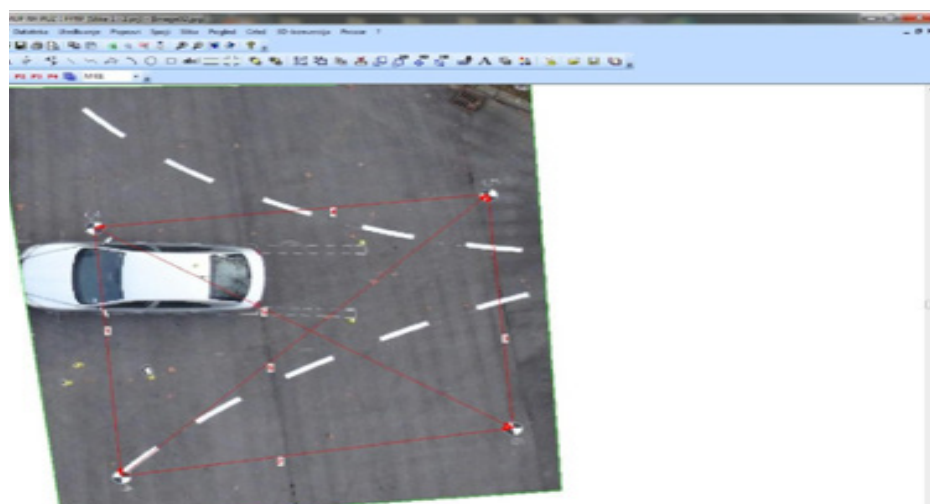
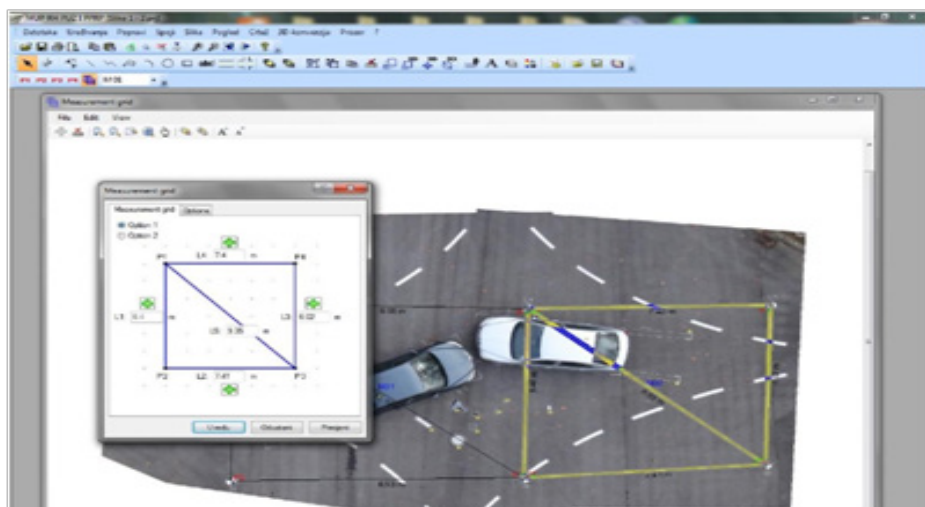
Slika 15, 16, 17, 18 i 19: unos fotografija



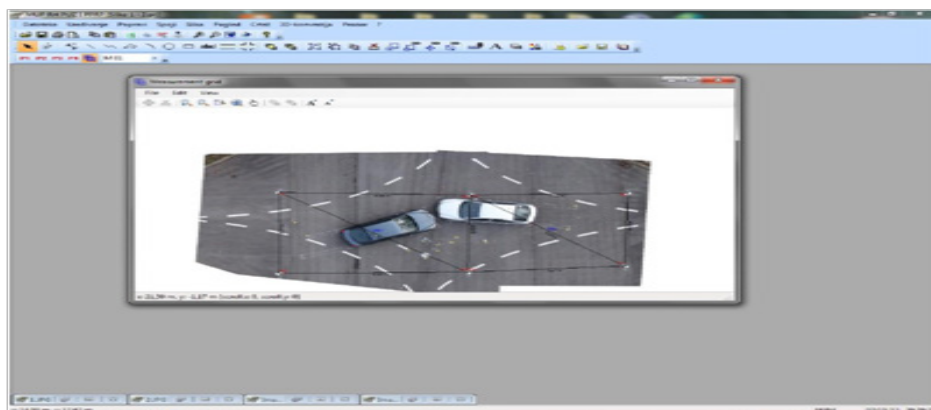
U PC Rect se unosi fotografija na kojoj se označavaju 4 „markera“ te se unose izmjerene udaljenosti između njih, nakon čega se fotografija rektificira.



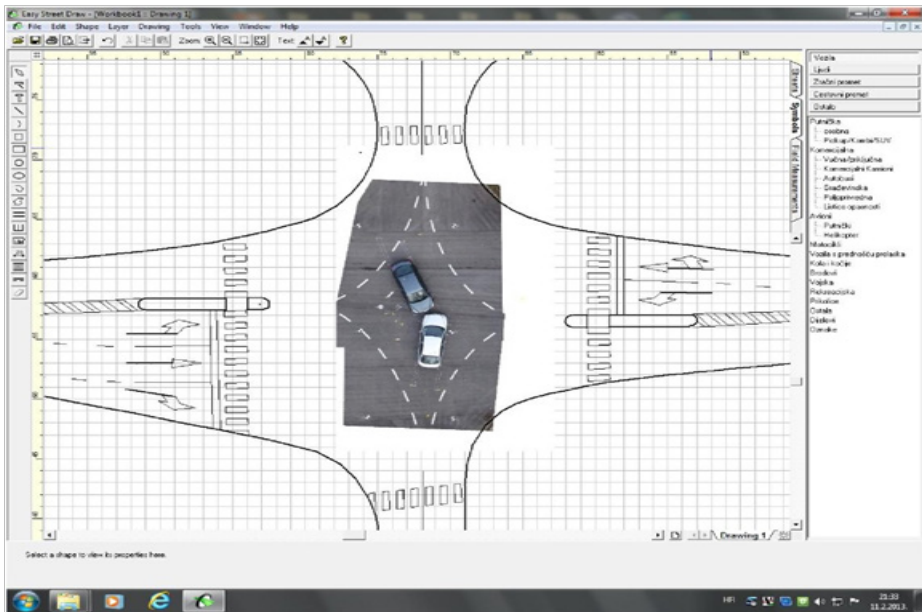
Prikaz prethodne fotografije nakon rektificiranja.



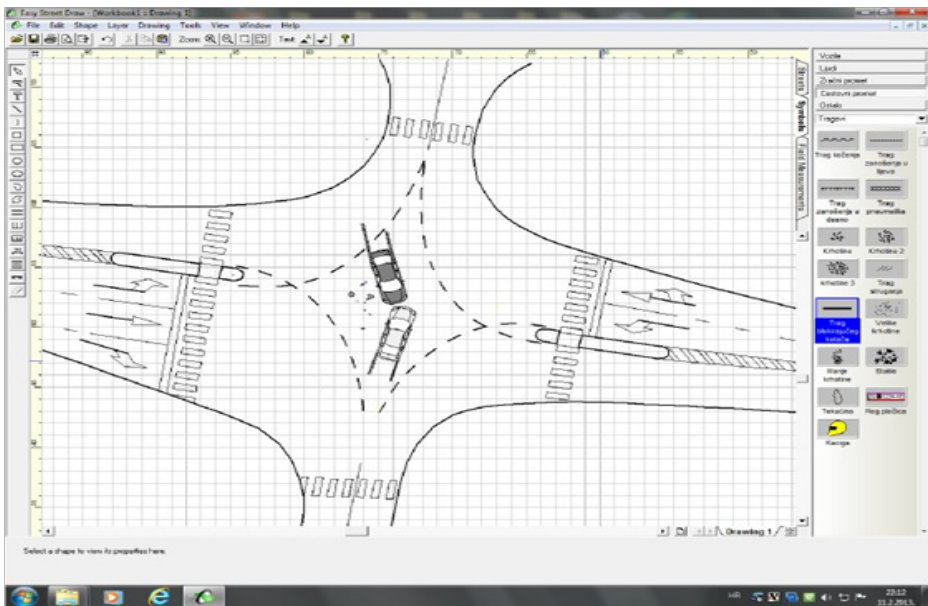
Na prethodne dvije fotografija prikazana je rektifikacija drugog polja.



Slika 20: Prikaz prvog i drugog polja spojeno u jednu fotografiju.



Slika 21: Prikaz rektificirane fotografije unesene u softvarski program „Easy Street Draw 4“ u raskrižje koje je već prethodno bilo izmjereno pomoću Totalne mjerne stanice.



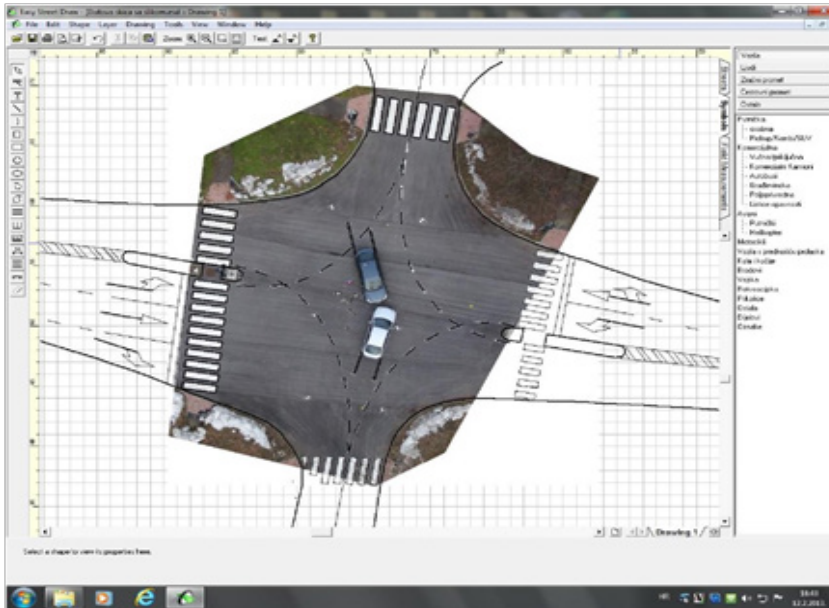
Slika 22: Skica izrađena u programu „Easy Street Draw 4“, crtanjem preko
rektificirane fotografije.



Slika 23: Fotografija cijelog raskrižja snimljeno iz bespilotne letjelice.



Slika 24: Prethodna fotografija nakon rektifikacije.



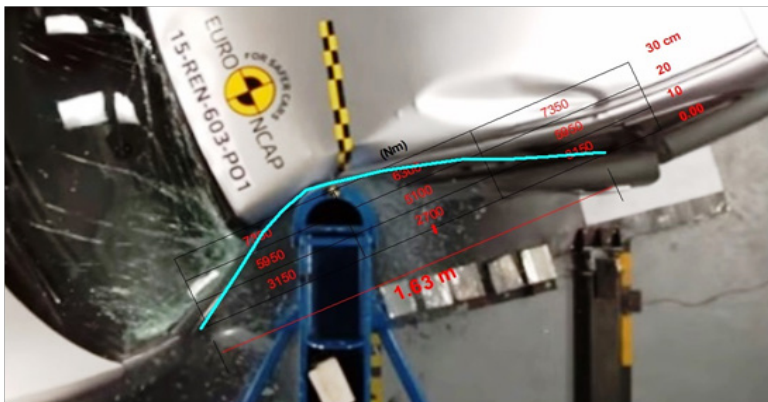
Prikaz rektificirane fotografije cijelog raskrižja unesene u softverski program „Easy Street Draw 4“ u raskrižje koje je već prethodno izmjereno pomoću totalne mjerne stanice.

Iz fotografije je vidljivo kako su mjere raskrižja iz Totalne mjerne stanice u potpunosti podudarne s mjerama koje su dobivene iz rektificirane fotografije, iz čega se zaključuje da je na osnovu samo jedne fotografije iz bespilotne letjelice moguće sačiniti situacijski plan nekog raskrižja, uz vrlo visoku točnost, bez prevelikog utroška vremena.

Ručnim mjerenjem koje se u praksi najčešće primjenjuje (raskrižja i ostalih pozicija), ne mogu se postići ni približni rezultati, kako u točnosti tako ni u utrošku vremena.

Osim za točnu izmjeru mjesta događaja i pronađenih tragova, bespilotne letjelice i PC Rect-a se efikasno mogu koristiti kod mjerenja veličine i oblika deformacija vozila koja su bitna u izračunu izgubljene brzine na osnovu energetskih rastera, tj. kada je potrebno napraviti „tlocrtnu snimku“ vozila.

Umjesto ručnog mjerenja deformacija, tlocrtna fotografija snimljena iz bespilotne letjelice, na osnovu poznatih mjera, širine i dužine vozila, rektificira se pomoću programa PC Rect. Na takovoj fotografiji direktno se mogu vršiti potrebna mjerenja ili se na nju „prenosi“ odnosno ucrtava energetski raster te oblik deformacije vozila.



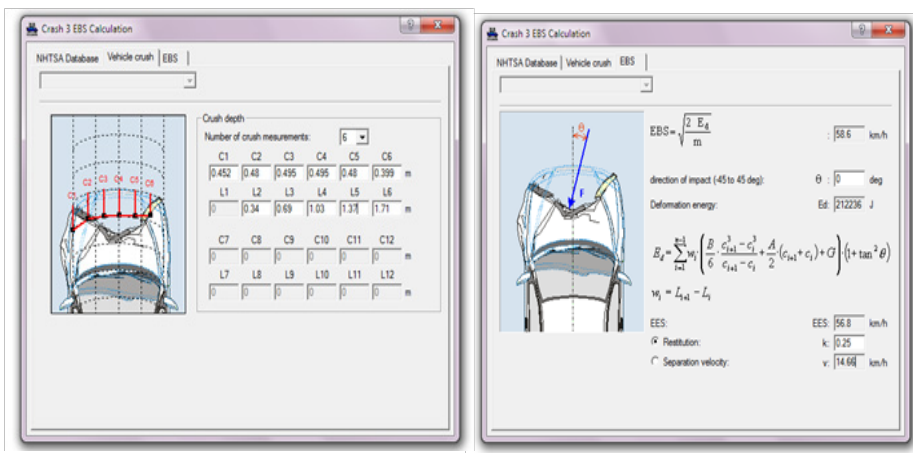
Pri sudaru kinetička energija se pretvara u deformacijsku energiju odnosno u deformacijski rad. Ova metoda određivanja izgubljene brzine, je poznata pod kraticom „EES“ što označava „Energy Equivalent Speed“ ili energija ekvivalentna izgubljenoj brzini.

Na osnovu veličina deformacija i oblika deformacija vrši se konstrukcija energetskih rastera, koji prikazuje količinu energije, odnosno količinu deformacijskog rada utrošenog na deformaciju.

Raster polje se precрта tj. prenese na oštećeni dio rektificiranog vozila, izračuna zbroj polja koja su obuhvaćena deformacijom pri sudaru. Zbroj polja koja su obuhvaćena deformacijom predstavlja vrijednost deformacijske energije na osnovu koje se izračunava brzina izgubljena na deformacije.

Ovako izmjerene vrijednosti deformacije osim za primjenu kod energetskih rastera, mogu poslužiti i služiti kao temelj za izračun izgubljene brzine uz pomoć PC Crash-a u dana kartici „Crash3 EBS Calculation“.

Slika 29: Sučelje programa PC Crash 8



6. Zaključak

Iz elaboracije u tekstu rada je razvidno koliko suvremene tehnologije mogu unaprijediti kriminalističko istraživanje prometnih nesreća, ali je još važnije spoznati da se takav model može primijeniti i u kriminalističkom istraživanju svih drugih sigurnosnih događaja.

Ako se uspoređi klasični način fiksiranja mjesta događaja, koji je gotovo u potpunosti zastupljen u svakodnevnoj policijskoj praksi u Republici Hrvatskoj, pronađenih tragova na mjestu događaja, deformacija koje nastaju na vozilima tijekom njihove međusobne kolizije ili kolizije s pratećim objektima uz kolnik, razvidno je kako suvremene tehnologije nude vrlo visoku točnost, bez prevelikog utroška vremena, mogućnost kontrole i autokontrole fiksiranog stanja, provjere utvrđenog, odnosno eventualno ispravljanje propuštenog prilikom obavljanja očevida.

S procesnopravne točke gledišta, također je poželjno da se takve tehnologije koriste u kriminalističkim istraživanjima kaznenih i prekršajnih djela, pa se stoga korištenje navedenih rješenja može zagovarati i percipirati kao bliska budućnost u policijskoj praksi.

Literatura:

1. Bogićević D.: Određivanje sudarne brzine vozila na osnovu njihovih deformacija evidentiranih u uviđajnoj dokumentaciji, Magistarska teza, FTN, Novi Sad, 2006.
2. Bogićević D., Kostić S., Lalić Z.: Unapređenje metoda za određivanje sudarne brzine vozila na osnovu njihovih deformacija, Međunarodna konferencija "Nauka i motorna vozila 2007" Mašinski fakultet, Beograd, 2007., CD, ref. 10.
3. Rotim F.: Elementi sigurnosti cestovnog prometa-sudari vozila, Znanstveni savjet za promet HAZU, Zagreb, 1991.
4. PC crash 8
5. <http://www.nhtsa.dot.gov>
6. <http://www.nhtsa.dot.gov>
7. <https://www.youtube.com/watch?v=HwnAqMR5hzY>

SUMMARY:

The article gives an overview of new technologies in criminal investigation of road accidents, especially when there is an inquest. We can see that in surveying the scene are still used traditional measuring methods such as measuring tape, a metal meter and measuring carriage, on which is lost unacceptable amount of time. Instead, the work of the police gradually introduces some automated systems and methods such as the method of measuring total stations and photogrammetric rectification (PC Rect), and unmanned aerial vehicles. The article is elaborated in detail and richly visualized operating principles, and has described numerous advantages of mentioned systems.

Keywords: *accident, investigation, complete measuring station, PC Rect, unmanned aerial vehicles.*