

GENERISANJE TRODIMENZIONALNIH MODELA MESTA SAOBRĀCAJNE NEZGODE PRIMENOM DIGITALNIH SNIMAKA PUTA

THREE-DIMENSIONAL MODELS GENERATING OF TRAFFIC ACCIDENTS BY USING ROAD IMAGE

Nenad Milutinović¹

Rezime: Iako se saobraćajne nezgode najčešće dešavaju na kolovozu, ne malo broj nezgoda ili bar pojedine faze nezgode, dešava se i na terenima koji nisu ravni i za koje se u analizama ne može pretpostaviti da su ravni. U mnogim slučajevima, ako istraživač pretpostavi da je površina na kojoj su se sudariла vozila bila ravna, to bi dovelo do ozbiljne greške prilikom analize saobraćajne nezgode. Moderne tehnike u ovoj oblasti, bilo da se radi o poslovima vršenja uviđaja ili veštacenja saobraćajnih nezgoda, oslanjaju se na totalne merne stanice i merne instrumente za određivanje koordinata svih relevantnih mernih tačaka i geometrije celokupnog mesta nezgode (put, putni elementi i putni objekti), kao i na softverske alate za analizu saobraćajnih nezgoda. U ovom radu opisan je postupak korišćenja foto, aero i satelitskih snimaka za izradu situacionih planova lica mesta saobraćajne nezgode i izradu trodimenzionalnih terena mesta nezgode. Razmotreni su i neki od problema u vezi sa pozicioniranjem relevantnih mernih tačaka geometrije puta, prilikom istrage i analize saobraćajnih nezgoda.

KLJUČNE REČI: FOTOGRAFIJA, ORTOFOTO, REKTIFIKACIJA,
SATELITSKI SNIMAK, PUT, MESTO
SAOBRĀCAJNE NEZGODE, UVIĐAJ,
VEŠTAČENJE.

Abstract: Although most accidents occur on the road, not a few accidents, or at least certain phases of the accident, occur on terrain that are not flat, and which can not be assumed to be flat. In many cases, if the researcher assumes that the surface on which the vehicles collided was flat, it would lead to serious errors in analyzing traffic accidents. Modern techniques in this field, whether they refer to investigation or reconstruction of accidents, rely on the total measuring station and measuring instruments to determine the coordinates of all relevant measuring points and the overall geometry of the accident scene (road, road elements and road infrastructure) as well as software tools for the analysis of traffic accidents. This paper describes the use photos, aerial and satellite recordings to create crime scene of traffic accidents and the creation of three-dimensional terrain of the accident scene. In this paper, we considered some of the problems with the positioning of relevant measurement points of road geometry during the investigation and analysis of traffic accidents.

KEY WORDS: PHOTOGRAPHY, ORTHO, RECTIFICATION,
SATELLITE IMAGE, ROAD, ACCIDENT SCENE,
INVESTIGATION, RECONSTRUCTION.

1. UVOD

Merenje je najčešći i najznačajniji metod fiksiranja lica mesta saobraćajne nezgode. Sistemi merenja su međutim podložni raznim improvizacijama na licu mesta saobraćajne nezgode i često se nepravilno sprovode. Rezultat toga su pogrešno nacrtani situacioni planovi lica mesta saobraćajne nezgode.

Najčešće greške koje se prave pri crtanjtu situacionih planova su pogrešno ucrtani orientirni reperi (fiksna tačka, fiksna linija i orientirni pravac), a samim tim i svi tragovi koji se mere i ucrtavaju u odnosu na ove orientire. Da bi se ovi problemi rešili ili donekle ublažili, korisno mogu poslužiti digitalni ortofoto snimci mesta nezgode, čija je primena za potrebe iscrtavanja situacionih planova, opisana u ovom radu. Da bi se sprovela pouzdana i precizna kompjuterska simulacija saobraćajne nezgode, u određenim slučajevima od posebne važnosti je i adekvatan trodimenzionalni prikaz lica mesta nezgode, koji se zasniva na prethodno definisanim situacionim planovima pomoću digitalnih (ortofoto) snimaka, što je takođe opisano u ovom radu.

2. ORTOFOTO

Digitalni ortofoto je digitalna slika dela površi zemlje dobijena postupkom ortorektifikacije iz digitalnih aero ili satelitskih snimaka. U postupku ortorektifikacije otklanjaju se efekti centralne projekcije, nagiba ose snimanja kamere i reljefa terena. Svakom pikselu digitalne slike ortofotoa odgovara jedna tačka na terenu.

Ortosnimak je aerosnimak nekog dela terena, koji je geometrijski korigovan („ortorektifikovan“). Razmera ovakvog snimka jednaka je u svim njegovim delovima, što znači da su karta i ortosnimak istog područja identični. Za razliku od običnog aerosnimka, ortosnimak može biti korišćen za merenje pravih rastojanja, zbog toga što predstavlja preciznu sliku dela Zemljine površi.

Ortosnimak je aerosnimak, koji je planimetrijski korigovan. Na taj način uklonjene su sve deformacije prouzrokovane optičkim delovima kamere, tiltom i razlikama u visinama. Za razliku od topografskih karata, ortosnimci sadrže sve detalje koji se u datoj razmeri i rezoluciji mogu uočiti. Od klasičnih aerosnimaka bolji su zbog činjenice da imaju istu razmeru u svim delovima snimka (zbog svoje ortogonalne projekcije) i mogućnosti direktnog merenja. Zbog toga se ortosnimci mogu koristiti ne samo za izradu situacionih planova lica mesta saobraćajne nezgode već i kao osnova za izradu topografskih karata.

Ortosnimci se sada formiraju skeniranjem aerosnimaka i njihovim prevođenjem u rastersku fotografiju. Zatim se na raster dodaje digitalni model terena, tako što se tačkama dodaje njihova nadmorska visina, čime se dobijaju visinske razlike. Postavljanjem kontrolnih tačaka na aerosnimak, pomoću stereomodela moguće je preračunati geometrijske deformacije. Snimak se rektifikuje i georeferencira upotrebom matematičkih modela, čime se uklanjuju deformacije koje izazivaju tilt, topografija, atmosfera i optički delovi kamere.

2.1. Digitalizacija

S obzirom na to da su geografski podaci definisani geografskim koordinatama, neophodno je podatke predstaviti tematskim slojevima - lejerima. Nakon digitalizacije svih granica (polilinija), vrši se kreiranje poligona a nakon toga se unose vrednosti u tabele atributa za svaki poseban sloj (slojevi sa poligonima).

U digitalnom procesu, razvoj ortosnimka se vrši procesom ortorektifikacije, koji predstavlja korekciju razmere i promene relativnog položaja tačaka, koji su rezultat razlika u visini između aviona (na kome se nalazi kamera koja vrši snimanje) i terena iznad koga avion leti. Ovaj proces se vrši korigovanjem jedne po jedne tačke reljefa. Avion leti na visinama predviđenim za aerosnimanje, noseći širokougaonu kameru. Ortosnimak je načinjen korišćenjem klasičnog stereomodela terena. Proces započinje digitalizacijom aerosnimka, čime se formira digitalni raster. Aerosnimci se prevode u digitalne ortosnimke deljenjem date oblasti snimka u veoma male, jednake piksele. Geometrijska korekcija aerosnimaka zahteva proračun deformacije za svaku tačku i postavljanje slike te tačke na njen pravo mesto.

2.2. Softveri i web aplikacije

Da bi se mogao koristiti geografski informacioni sistem potrebno je obezbediti odgovarajući softver ili web aplikaciju. U tu svrhu danas postoji veliki broj kako komercijalnih softvera tako i web aplikacija. Softveri, kao što su MapInfo, ArcGis ili ArclInfo prikazuju ortosnimke, i omogućavaju digitalizaciju, ili postavljanje određenog sadržaja na snimak. Takođe, postoji nekoliko softverskih paketa koji na snimke automatski postavljaju željeni sadržaj, sa određenim procentom tačnosti.

Veoma dobre mogućnosti za potrebe formiranja uviđajne dokumentacije nude i web aplikacije. Ovde će biti obrađen Google Earth i geoportal Republičkog geodetskog zavoda, kroz predstavljanje načina korišćenja podataka koji oni nude za potrebe analiza saobraćajnih nezgoda.

Tačni satelitski snimci postali su dostupni tokom poslednjih godina preko distributera, kao što su Google, Bing i drugi provajderi. Google kupuje slike od različitih provajdera. Iako Google koristi reč satelit, većina slika gradova visoke rezolucije su fotografije iz vazduha snimljene iz aviona sa visine od 800-1500 metara (slika 1), a ne iz satelita, dok je većina ostalih slika u stvari iz satelita.



Slika 1. Ortofoto snimak Gugl Zemlja

Gugl Zemlja (engl. Google Earth) je web aplikacija koja omogućava virtualni 3D prikaz Zemljine površine, kao i svemira, a od 5.0 verzije i mora. Prikaz je stvoren od mnogo različitih satelitskih slika koje nisu iz realnog vremena, već su naknadno spojene. Odabrani deo Zemljine površine je moguće uvećavati i otkrivati detalje (slika 1). Moguće je pregledavati gradove, zavisno od stepena izoštrenosti slike toga područja (neka se područja jasnije vide na određenom uvećanju, dok su neka zamućenija). Prednost mu je što pokriva čitavu teritoriju Srbije, ali mana mu je relativno stari snimci koji se sporo

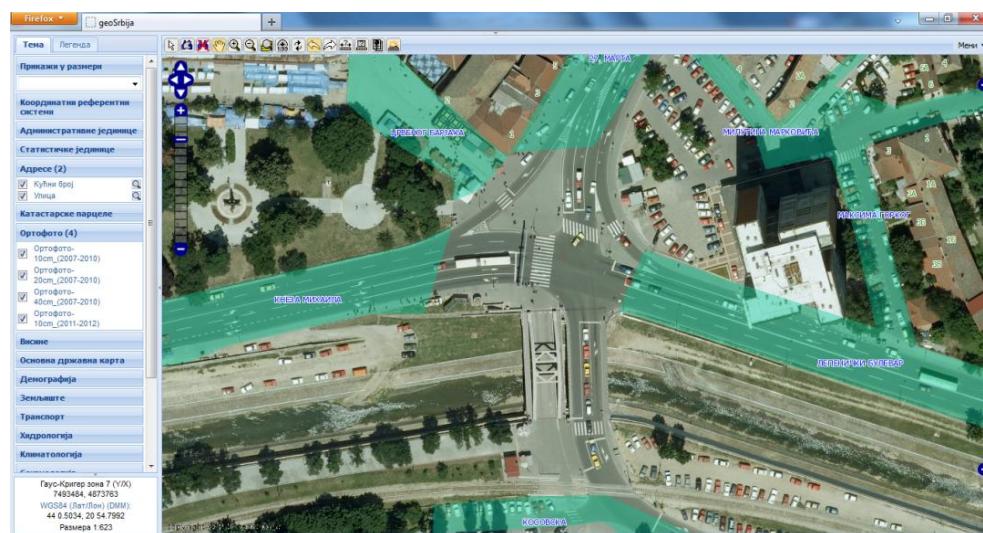
ažuriraju i niska rezolucija snimaka.

Geoportal Republičkog geodetsko zavoda je web aplikacija koja omogućava pristup servisima pretraživanja i pregleda za određeni broj metapodataka, setova prostornih podataka i servisa putem interneta za profesionalne korisnike, kao i za široku javnost. Teritorija Republike Srbije pokrivena je po prvi put digitalnim ortofoto podlogama.

Snimanja su realizovana digitalnom kamerom UltraCamX. Digitalni ortofoto izrađen je u tri rezolucije:

- GSD 10 cm za sva gradska područja ($P= 3199 \text{ km}^2$);
- GSD 20 cm za područja katastarskih opština čiji premer nije u državnom koordinatnom sistemu ($P= 6260 \text{ km}^2$);
- GSD 40 cm za teritoriju Republike Srbije ($P= 70600 \text{ km}^2$) izuzimajući: područje Kosova i Metohije, područje izrade DOF-a GSD 20 cm i područje GUP-a grada Beograda rezolucije GSD 10 cm.

Digitalni ortofoto izrađen je u dve projekcije: UTM/ETRS89 i Gaus-Krigerovoj projekciji. Na inicijalnom geoportalu "geoSRBIJA" (www.geosrbija.rs) omogućen je pregled digitalnog ortofotoa koji je dostupan za distribuciju u UTM/ETRS89 projekciji (slika 2).



Slika 2. Ortofoto snimak geoportala republičkog geodetskog zavoda

Posebna pogodnost za prostornu orijentaciju prilikom korišćenja portala Republičkog geodetskog zavoda jeste ta što postoji mogućnost pozicioniranja i preko Gaus Krigerovog i WGS84 koordinatnog sistema, a tu je i opcija prikazivanja naziva ulica i kućnih brojeva. Prilikom korišćenja GIS podataka sa ovog pa i bilo kog drugog portala, treba obratiti pažnju na datum od kog egzistiraju dostupni snimci i proveriti da li je na terenu došlo do izmena, bilo po pitanju geometrije saobraćajnica, režima saobraćaja i sl. kako se prilikom analiza ne bi došlo do pogrešnih zaključaka.

Pored navedenih, postoje i druge web aplikacije preko kojih se može pristupiti ortofoto snimcima pojedinih gradova i oni su uglavnom razvijeni od strane odgovarajućih službi i preduzeća lokalnih uprava u Srbiji, na primer GIS Kragujevac, GIS Niš, ZIGNS Novi Sad i dr., međutim ni jedan od njih nema takav kvalitet rezolucije snimaka kao što nudi portal Republičkog geodetskog zavoda.

3. PRIMENA ORTOFOTOSNIMAKA U ISCRTAVANJU SITUACIONIH PLANOVA LICA MESTA SAOBRAĆAJE NEZGE

Danas se za crtanje raznih tehničkih crteža pa i situacionih planova lica mesta saobraćajne nezgode mogu koristiti različiti programski paketi CorelDRAW, AutoCAD, i dr. Međutim pored ovih programa opšte namene, koji od korisnika zahtevaju detaljno poznavanje komandi i načina crtanja, postoje specijalizovani programi kao što su Trancite Scene PD, Easy Street Draw, Accident Sketch i dr. koji zahvaljujući bazi objekata i simbola kao i jednostavnosti unosa koordinata i mera znatno olakšavaju izradu situacionih planova.

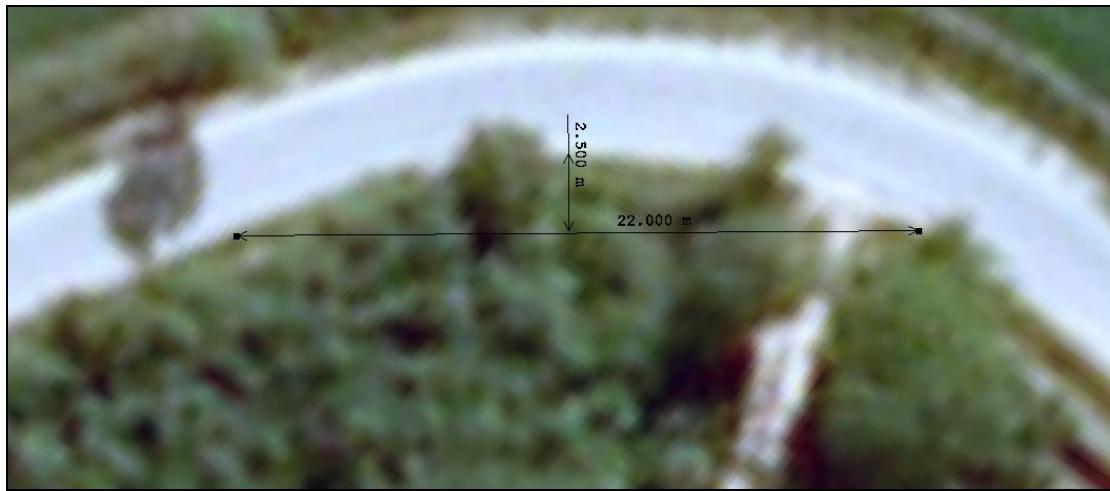
U domaćoj praksi ovi specijalizovani programi se retko koriste, a nije redak slučaj da se situacioni planovi lica mesta saobraćajne nezgode još uvek iscrtavaju na milimetarskom papiru. Na taj način se nepreciznost u merenju prilikom vršenja uviđaja i kasnije prilikom ručnog iscrtavanja situacionog plana uvećava što se odražava negativno na kvalitet uviđajne dokumentacije.

Postupak primene ortofoto snimaka (slika 3.) mesta nezgode u poslovima vršenja uviđaja saobraćajnih nezgoda tj. iscrtavanja situacionih planova lica mesta nezgode, sastoji se u: pozicioniranju mesta nezgode (u poslednje vreme pomoću GPS-a), odabiru kadra i razmere, preuzimanju ortofotosnimka, eventualnom konvertovanju fajla u odgovarajući foto format, učitavanju u program za crtanje, preskaliranju-prilagođavanju razmere, iscrtavanju geometrija saobraćajnice na učitanoj podlozi, pozicioniranju i iscrtavanju tragova sa lica mesta nezgode u odnosu na definisane repere (fiksna tačka, fiksna linija i orientirni pravac). Prethodno opisanim postupkom dobija se situacioni plan koji se može sačuvati u odgovarajućem foto formatu i kasnije koristiti kao podloga za kompjutersku simulaciju saobraćajne nezgode.



Slika 3. Geometrija raskrsnice sa horizontalnom signalizacijom

Situacioni planovi saobraćajnih nezgoda koje su se dogodile u krivinama najčešće ne sadrže podatke o poluprečniku krivine, već se poluprečnici crtaju proizvoljno pa bi njihovo premeravanje sa situacionog plana moglo dovesti do greške. Čak se dešava i da se ortogonalni sistem merenja tragova primeni u odnosu na luk krivine. Veštaku onda стоји na raspolaganju ili da izađe na lice mesta saobraćajne nezgode ili da nakon tačnog lociranja na karti samo premeravanje obavi na ortofotografiji koristeći dostupne alate koji se nude u samom pregledaču. Na osnovu alatki za merenje dužina mogu se izmeriti neophodni elementi za izračunavanje poluprečnika krivine (slika 4).



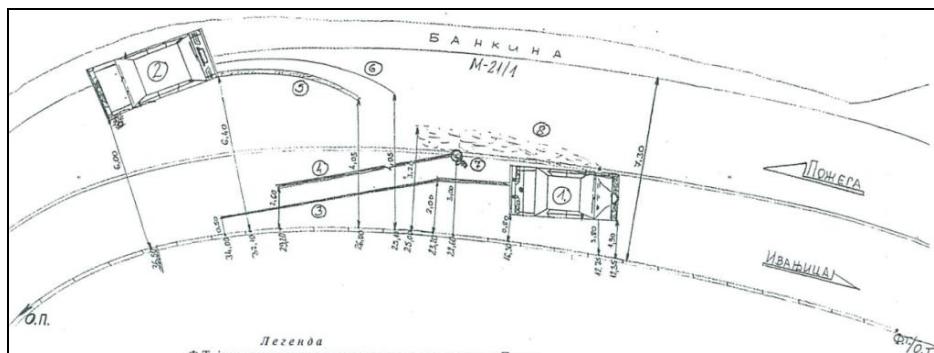
Slika 4. Određivanje radijusa krivine preko ortofoto snimka

Jedan od čestih nedostataka skica i situacionih planova lica mesta nezgode ogleda se u nepreciznom fiksiranju geometrije saobraćajnice na mestu nezgode. Taj nedostatak se može prevazići primenom ortofoto snimaka, ali za kvalitetnu primenu ove metode potrebna je kvalitetna obuka. Najčešće greške u klasičnim postupcima izrade situacionog plana lica mesta saobraćajne nezgode su sledeće:

- radijusi krivina uneti bez prethodnog premeravanja
- nepravilno predstavljena geometrija saobraćajnih površina
- nepravilno predstavljen ugao pod kojim se saobraćajnice ukrštaju
- nepravilna razmara
- određivanje lučne ivice kolovoza za orijentirni pravac u ortogonalnoj metodi merenja
- neprecizno pozicioniranje fiksne ili orijentirne tačke

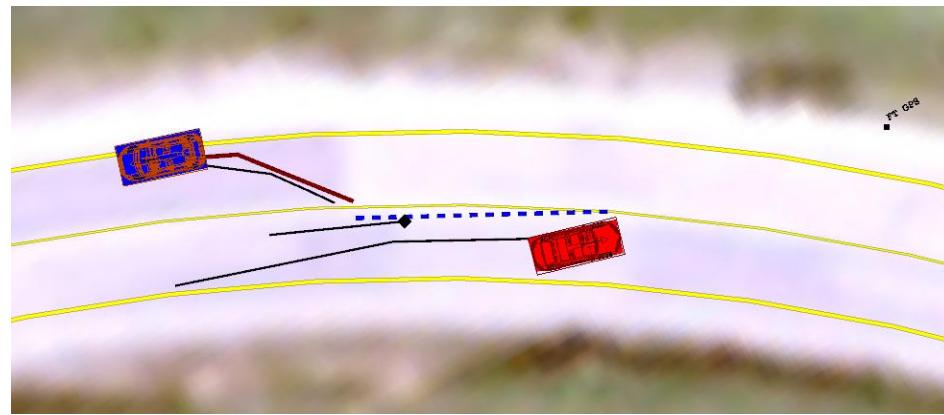
Radi ilustrovanja ovih problema u nastavku će biti prikazana dva primera koji mogu pomoći sagledavanju ove problematike. Greške koje se naprave prilikom merenja na terenu, direktno se prenose na one koji kasnije analiziraju saobraćajnu nezgodu. U slučaju kada se radi o graničnim vrednostima pojedinih parametara, greške pri merenju i crtanjtu mogu da budu presudni faktor u nalazu i mišljenju veštaka, kao oslobađajući ili okrivljujući faktor u sudskom postupku.

Na osnovu proizvoljno ucrtane geometrije krivine u kojoj se dogodila saobraćajna nezgoda prilikom mimoilaženja vozila i prelaska jednog na levu polovicu kolovoza, uviđajna ekipa nacrtala je situacioni plan. Drugi materijalni elementi iz uviđajne dokumentacije upućivali su na pitanje u kojoj kolovoznoj traci se nalaze ključni tragovi, tj. koje vozilo je prešlo na levu kolovoznu traku i u kojoj kolovoznoj traci je bilo mesto sudara.



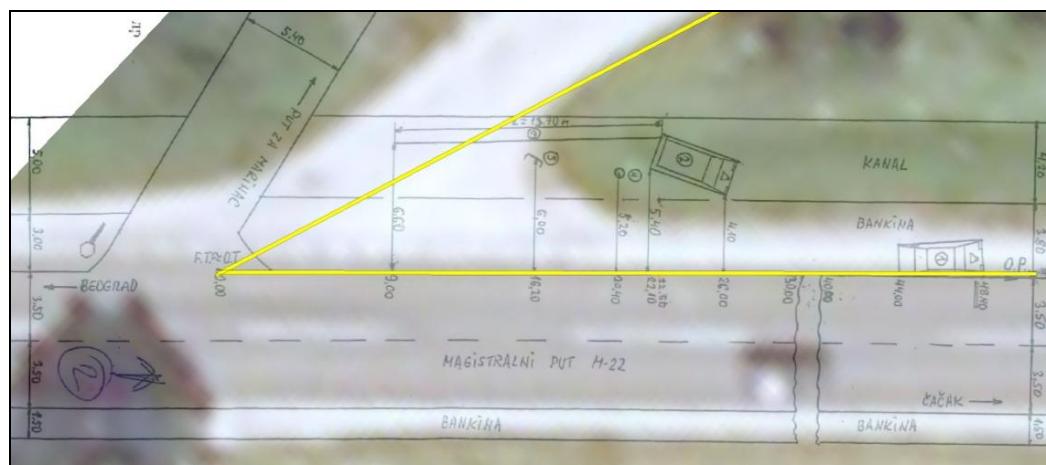
Slika 5. Proizvoljno ucrtana geometrija krivine

Primenom ortofoto snimka mesta nezgode, ucrtavanjem tačne geometrije saobraćajnice, a time i orientira u odnosu na koje je vršeno pozicioniranje tragova, došlo se do sasvim drugačijeg zaključka o položaju tragova nastalih u ovoj saobraćajnoj nezgodi u odnosu na one na koje je upućivao situacioni plan iz uviđajne dokumentacije (slika 6).



Slika 6. Provera tačnosti situacionog plana preko ortofoto snimka

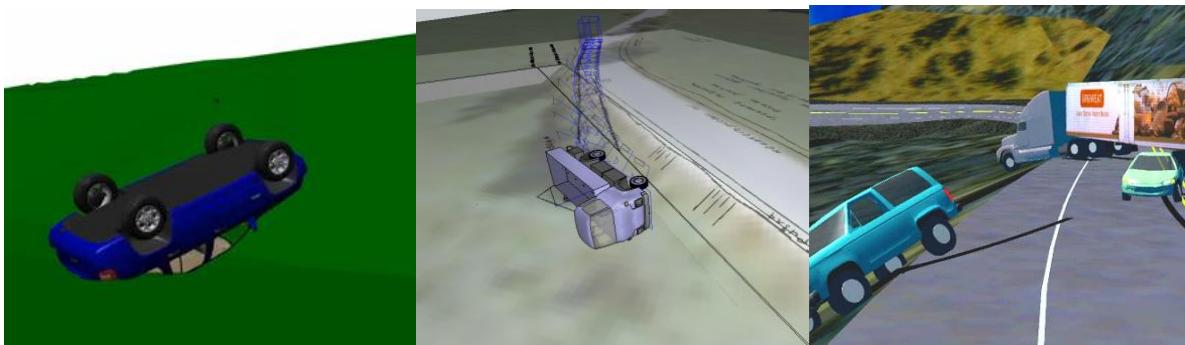
U situaciji kada se za fiksnu tačku prilikom vršenja uviđaja nezgode uzme zamišljena tačka preseka ivica dveju saobraćajnica koje se ne ukrštaju pod pravim uglom, onda zavisno od tačnosti ucrtavanja ugla pod kojim se ukrštaju saobraćajnice zavisiće i tačnost položaja fiksne tačke, pa samim tim i svih ostalih mera datih u odnosu na fiksnu tačku. Na sledećoj slici dat je uporedni prikaz situacionog plana i ortofoto snimka, gde se mogu uočiti nesaglasnosti u pogledu položaja fiksiranih tragova zavisno od procenjenog i stvarnog ugla pod kojim se ukrštaju saobraćajnice koje određuju položaj fiksne tačke (slika 7). Postavljalo se pitanje kuda su se kretala vozila pre sudara tj. da li je mesto sudara u raskrsnici na kolovozu ili na putnom zemljištu.



Slika 7. Provera tačnosti situacionog plana preko ortofoto snimka

4. 3D MODELIRANJE TERENA

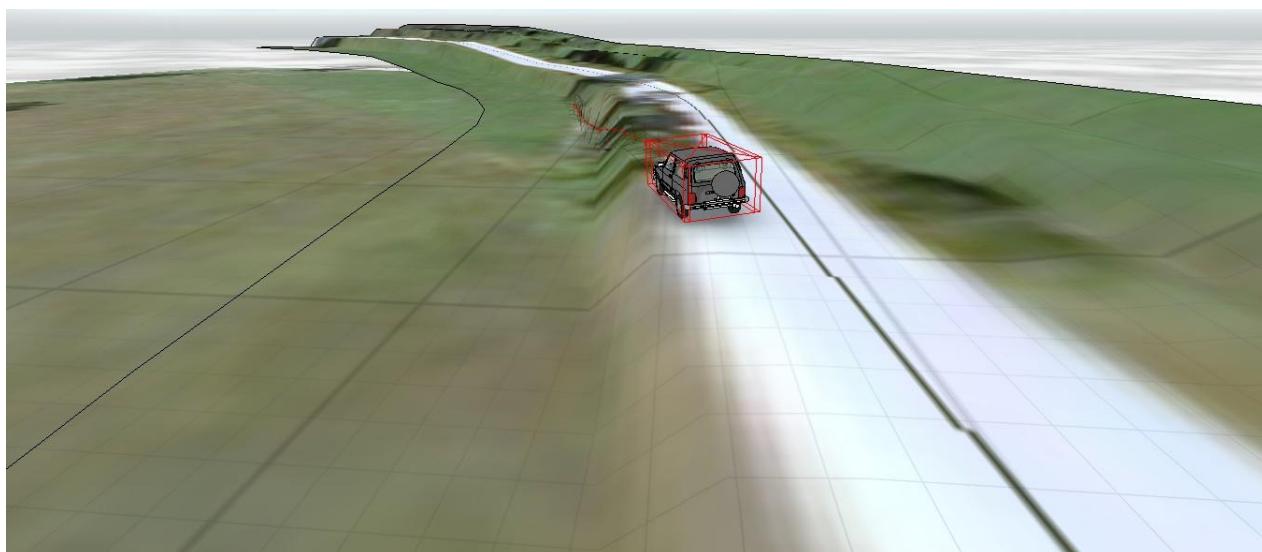
Generisanje preciznog 3D modela mesta saobraćajne nezgode, uključujući tehničke elemente puta i putne objekte, predstavlja svojevrsan tehnički izazov koji često zahteva složene procedure i primenu različitih softverskih aplikacija (slika 8).



Slika 8. Trodimenzionalni modeli mesta saobraćajne nezgode
(PC-Crash, Virtaul CRASH, HVE)

Generisanje trodimenzionalnih modela mesta saobraćajne nezgode, sprovodi se najčešće korišćenjem površina i definisanjem njihovog uzdužnog i poprečnog profila kao i visina ili korišćenjem mreža u okviru koje se svakom elementu mreže tj. njihovim temenima zadaje nadmorska visina. Ovaj drugi pristup karakterističan je za korišćenje mernih podataka dobijenih snimanjem pomoću totalnih mernih stanica, laserskih skenera i drugi uređaja, a koji su još uvek nedostupni domaćoj praksi, pa zbog toga nije obrađen u ovom radu.

Postupak izrade trodimenzionalnih modela mesta saobraćajne nezgode, zahteva prethodno pripremljen ortofoto snimak u razmeri sa podacima o karakterističnim merama u sve tri dimenzije. Nakon učitavanja snimka i njegove kalibracije, definišu se karakteristične površine i objekti, a zatim se definišu i odgovarajući trodimenzionalni položaji ovih površina pomoću koordinata i uglova, odnosno dimenzija ovih objekata. Rezultat jednog takvog procesa prikazan je na slici 9.



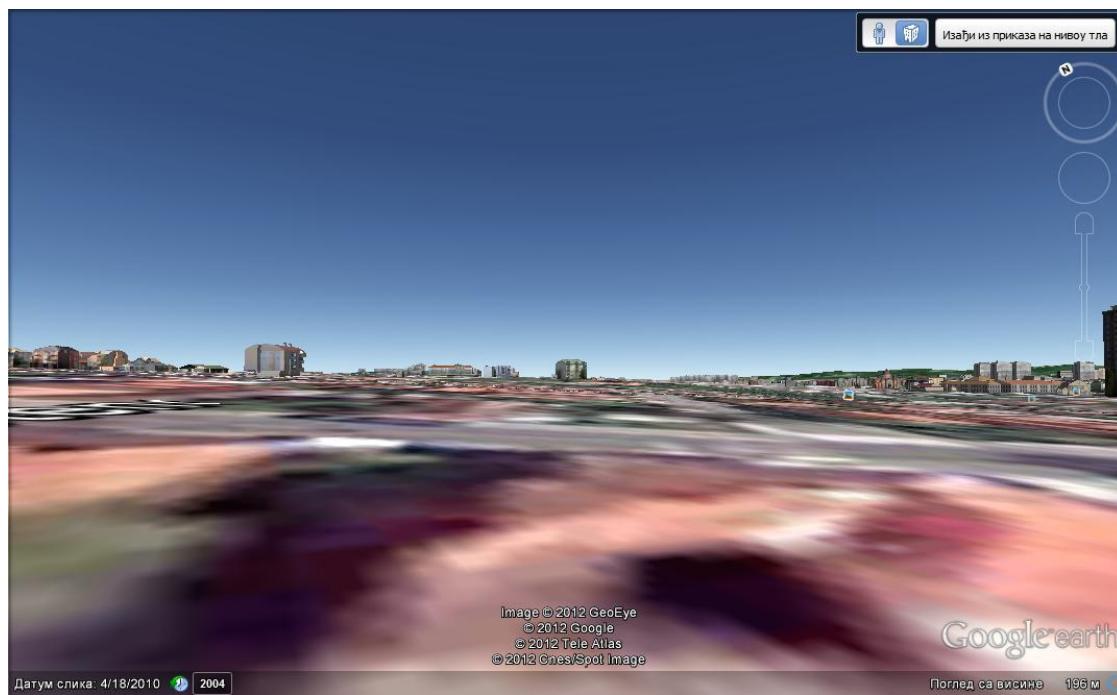
Slika 9. Trodimenzionalni modeli mesta saobraćajne nezgode generisan na osnovu digitalnog snimka puta

Prilikom vršenja uviđaja ekipa koja vrši uviđaj veoma retko uzima podatke o nagibu saobraćajnice. Uzdužni nagib saobraćajnice može se dobiti korišćenjem programa Gugl Zemlja, i to odgovarajućih alatki za merenje dužina uz očitavanje razlike u nadmorskim visinama (slika 10).



Slika 10. Merenje dužine i očitavanje nadmorske visine u Gugl Zemlja

Za orijentacioni pregled nagiba terena odnosno saobraćajnica, može poslužiti i pogled na nivou tla (slika 11), mada za preciznije analize potrebno je merenja sprovesti direktno na terenu, naročito u slučaju dvostranih nagiba, nagiba promenljive vrednosti, itd.



Slika 11. Prikaz nagiba terena na nivou tla u Gugl Zemlja

Korišćenjem ortofoto snimaka sa portala Republičkog geodetskog zavoda moguće je sagledati kompletну geometriju raskrsnice, premeriti širinu ulica, trotoara, zaobljenja i drugih elemenata. Pošto je ortofoto odlične rezolucije moguće je dobiti podatke o kompletnoj horizontalnoj signalizaciji kako na samom mestu nezgode tako i na delu puta koji prethodi mestu nezgode. Naknadnim prilagođavanjem, ovako dobijeni podaci mogu se koristiti kao podloga (bitmapa) na kojoj se može vršiti simulacija saobraćajne nezgode, a lociranjem objekata na odgovarajuće pozicije i njihovim prikazom u 3D postoji mogućnost određivanja preglednosti na mestu nezgode (slika 12).



Slika 12. Određivanje preglednosti u programu Virtual CRASH preko ortofoto snimka

Osim ortofoto snimaka, prilikom modeliranja mesta nezgode mogu se koristiti i drugi digitalni snimci, poput digitalnih fotografija. Naime, rektifikovane fotografije (obrađene nekim od fotogrametrijskih programa) mogu poslužiti kao podloga, a sama fotografija postavljena u odgovarajuću perspektivu može poslužiti kao okolina (slika 13.).



Slika 13. Trodimenzionalni modeli mesta saobraćajne nezgode generisan na osnovu fotografija

5. DISKUSIJA

Savremene internet tehnologije čine dostupnim velik broj geo-prostornih podataka. Ovi podaci u vidu ortofoto snimaka imaju široku primenu, a ovde je prikazana njihova primena u vršenju uviđaja saobraćajnih nezgoda. Primenom ove tehnologije pokazano je da se

mogu otkloniti manjkavost uviđajne dokumentacije koje se javlaju primenom klasičnih metoda i da se može doći do preciznih informacija u vezi sa mestom nezgode na relativno brz i jednostavan način, što može pozitivno uticati na kvalitet uviđajne dokumentacije.

Dva najznačajnija elementa koja odražavaju kvalitet uviđajne dokumentacije su potpunost i preciznost. Prilikom merenja javlja se problem preciznog određivanja prostornog odnosa između svih tragova, a naročito problem iznalaženja upravnosti u odnosu na fiksnu liniju i orijentirni pravac.

Jedan od problema koji se odnosi na kvalitet uviđajne dokumentacije je i njena sveobuhvatnost. U situaciji kada neke važne činjenice nisu utvrđeni prilikom vršenja uviđaja, neophodan je naknadni izlazak na lice mesta saobraćajne nezgode. To najčešće čine veštaci koji su predmetnu saobraćajnu nezgodu dobili za veštačenje. Za brzo i tačno pozicioniranje, a ponekad i merenja, elemenata puta na mestu nezgode, korisno mogu poslužiti digitalni ortofoto snimci mesta nezgode. Njihovom primenom dolazi se do tačne osnove geometrije saobraćajnica kao podloge za crtanje situacionog plana, pri čemu ova tačnost zavisi od tačnosti repernih pravaca u odnosu na koje se vrše merenja prilikom uviđaja, a samim tim zavisi i tačan položaj svih tragova koji se fiksiraju.

Podaci iz uviđajne dokumentacije (nazivi mesta, puteva, ulica, a u novije vreme i GPS koordinate) omogućavaju lako pronalaženje mesta preko odgovarajućih softvera i web aplikacija. Gugl Zemlja i Geoportal Republičkog geodetskog zavoda, se po kvalitetu snimaka, kvalitetu ostalih informacija i mogućnostima koje nude, izdvajaju od ostalih sličnih sistema. Podaci koji se mogu naći, sadrže informacije o geometrijskim elementima mesta nezgode ali i o saobraćajnoj signalizaciji. Ovi podaci su precizni i lako dostupni, imaju svoju primenu između ostalog i u analizama saobraćajnih nezgoda, pa kao takvi značajni su ne samo policiji, nego i veštacima, likvidatorima šteta i drugim subjektima koji se bave saobraćajnim nezgodama.

Prilikom korišćenja ovih snimaka, posebno treba voditi računa o trenutnom stanju na terenu i stanju prilikom obavljanja snimanja kako se ne bi došlo do pogrešnih zaključaka. Naime, treba obratiti pažnju na datum od kog egzistiraju dostupni snimci i proveriti da li je na terenu došlo do izmena, bilo po pitanju geometrije saobraćajnica, režima saobraćaja i sl.

Dostupni ortofoto snimci omogućavaju apsolutnu tačnost sa aspekta izrade uviđajne dokumentacije, korisnik samo treba da korišćenjem snimka adekvatne rezolucije i adekvatnim uvećavanjem izvrši merenja, a preskaliranjem razmere da pripremi podlogu za crtanje situacionog plana lica mesta nezgode.

Da bi se modeliralo mesto saobraćajne nezgode pored prethodnih postupaka obrade digitalnih snimaka i njihove pripreme za generisanje trodimenzionalnih modela mesta saobraćajne nezgode, potrebni su podaci o koordinatama i uglovima karakterističnih elemenata puta. Dok se u domaćoj praksi ne steknu uslovi za merenja pomoću totalnih mernih stanica, laserskih skenera i drugi uređaja, nužno će biti da se merenja u pravcu treće ose obavljaju korišćenjem klasične merne opreme, dok merenja u horizontalnoj ravni mogu da se obavljaju i preko digitalnih snimaka mesta saobraćajne nezgode.

6. ZAKLJUČAK

U svim postupcima rekonstrukcija saobraćajnih nezgoda, a naročito prilikom primene alata za kompjutersku analizu saobraćajnih nezgoda tačnost dobijenih rešenja zavisi od

preciznog modeliranja scene.

Kvalitetna uviđajna dokumentacija jedan od osnovnih preduslova je za pouzdanu analizu saobraćajne nezgode. Da bi se obezbedila kvalitetna uviđajna dokumentacija kojom će se precizno i sveobuhvatno prikazati zatečeno lice mesta saobraćajne nezgode potrebno je između ostalog primeniti pouzdane metode fiksiranja. Jedna od ovih metoda je crtanje situacionih planova lica mesta nezgode pomoću ortofoto snimaka mesta nezgode kao osnove za pouzdano i precizno iscrtavanje saobraćajnica i ostalih pratećih elemenata na mestu nezgode. Ovakav pristup obradi lica mesta saobraćajne nezgode podrazumeva korišćenje digitalnih ortofoto snimaka površine zemlje pomoću odgovarajućih softvera ili web aplikacija, kao i programa za crtanje.

Primenom ortofotosnimaka prilikom vršenja uviđaja saobraćajnih nezgoda bi se unapredio uviđaj kao i kvalitet uviđajne dokumentacije što bi se direktno reflektovalo i na kvalitet sprovedene analize saobraćajne nezgode. Naime, nepostojanje svih relevantnih činjenica koje su propuštene prilikom fiksiranja u toku vršenja uviđaja mogu veštaka dovesti u nedoumicu ili ukoliko su netačno fiksirane da veštaka dovedu čak i u zabludu. Ovo je posebno značajno kod kompjuterskih analiza saobraćajnih nezgoda gde se između ostalog traži adekvatno podudaranje simulacije sa registrovanim tragovima, koja može više ili manje odstupati od realnosti zavisno od toga kolika je greška učinjena prilikom vršenja uviđaja tj. fiksiranja tragova na licu mesta saobraćajne nezgode.

U određenim slučajevima, ako bi istraživač pretpostavio da je površina na kojoj su se sudarila vozila bila ravna, to bi moglo dovesti do ozbiljne greške prilikom analize saobraćajne nezgode u pogledu dobijenih rezultata koji tada ne bi odgovarali konkretnim uslovima koji su vladali na mestu nezgode. Zato je neophodno što vernije modelirati mesto saobraćajne nezgode kao osnove modeliranja same saobraćajne nezgode, naravno, vodeći se pri tome i određenim principima *cost-benefit* analize. Definisanjem karakterističnih površina i objekata na digitalnim snimcima, a nakon toga i zadavanjem karakterističnih mera terena (u sve tri dimenzije) sprovodi se proces generisanja trodimenzionalnih modela mesta saobraćajne nezgode, pri čemu složenost ovog procesa kao i kvalitet dobijenih 3D modela zavisi od tipa korišćenog softvera.

7. LITERATURA

- [1] Lipovac, K. *Uviđaj saobraćajnih nezgoda*, Elementi saobraćajne trasologije, Viša škola unutrašnjih poslova, Zemun, 2000.
- [2] Lipovac, K. *Kriminalističko skiciranje lica mesta saobraćajne nezgode*, Viša škola unutrašnjih poslova, Zemun, 1991.
- [3] Milutinović, N, Davidović, B, Božović, M. *The application of the orthophoto snapshots of the accident spot in the jobs of the conduction of the investigation of the traffic accidents*, XI international symposium Road accidents prevention 2012, Zbornik radova, 343-350, Departman za saobraćaj Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad, 2012.
- [4] www.google.com/intl/sr/earth/index.html (30.9.2013).
- [5] www.geosrbija.rs (30.9.2013).
- [6] www.rqz.gov.rs (30.9.2013).