

UPOREDNA ANALIZA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA SA PEŠACIMA PRIMENOM TRADICIONALNIH METODA I PROGRAMA PC CRASH

Boris Antić; Dalibor Pešića; Nenad Marković¹

XIII Simpozijum
"Veštačenje saobraćajnih nezgoda
i prevare u osiguranju"

Rezime: Analize saobraćajnih nezgoda sa učešćem pešaka su veoma složene zbog same činjenice da je telo sastavljeno iz velikog broja elemenata koji su međusobno povezani zglobnim vezama, iz kog razloga se pojedini delovi tela u trenutku sudara mogu naći u različitim položajevima, pa samim tim nastaviti dalje kretanje po različitim zakonitostima. Naime, za razliku od čvrstih kompaktnih tela ljudsko telo u sudaru se kreće po putanji koja nije precizno i pouzdano definisana, jer u velikoj meri zavisi od položaja tela pešaka u trenutku sudara, pa samim tim je značaj pouzdanog utvrđivanja položaja tela veoma značajan za sprovođenje kvalitetne analize saobraćajne nezgode. Naime, zakošenost tela pešaka u trenutku sudara direktno utiče na način kontakta tela pešaka i vozila, a samim tim dalje i na odbočaj tela i putanju kojom će se telo kretati do zaustavljanja. Posebno je pouzdano utvrđivanje položaja tela u odnosu na vozilo u trenutku sudara značajno u analizama primenom savremenih računarskih programa, gde program ima mogućnost da analizira uticaj svakog udarenog dela tela na odbočaj tela, a što direktno utiče na proračun brzina učesnika u nezgodi i celokupnu analizu toka saobraćajne nezgode.

Ključne reči: PEŠAK, VOZILO, POVREDE, OŠTEĆENJA, UPOREDNA ANALIZA

¹ Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakulteta, Vojvode Stepe 305, Beograd

1. UVOD

Analiza saobraćajnih nezgoda predstavlja izuzetno složen proces identifikovanja i upoređivanja materijalnih elemenata nastalih tokom saobraćajne nezgode. Osim identifikovanja, prepoznavanja i analize svakog elementa ili činjenice ponaosob, u procesu veštačenja neophodna je i njihova uporedna analiza, kako bi se utvrdilo stvarno poreklo i/ili način nastanka svake posmatrane promene. Osnovna analiza, koja ujedno predstavlja osnov za proračun i vršenje detaljnije analize prilikom izrade nalaza i mišljenja veštaka je pojedinačna analiza činjenica koje su u vezi sa nastalom saobraćajnom nezgodom ili mogu ukazivati na način nastanka i tok saobraćajne nezgode. Među ovom vrstom analiza se izdvajaju, analize učesnika saobraćajnih nezgoda (vrste i stanje), nastalih povreda, nastalih oštećenja, tragova, uslova pod kojima je nastala nezgoda, uslova vidljivosti, preglednosti i sl. Sprovođenje ovakvih analiza omogućava nezavisno utvrđivanje pojedinih činjenica, a koje su neophodne za formiranje celokupne jasne slike o načinu i toku saobraćajne nezgode. Naime, pojedinačne analize omogućavaju nezavisno utvrđivanje pojedinih segmenata nastanka saobraćajne nezgode, a koji svi zajedno moraju biti usaglašeni i odgovarati nastanku konkretne saobraćajne nezgode.

Pojedinačne analize svakog od posmatranih segmenata omogućavaju veštaku nezavisnu ocenu na osnovu malog broja raspoloživih podataka. Ovo je važno kao osnov za formiranje celokupnog mišljenja, ali je još važnije i kao provera i kontrola donetih zaključaka na osnovu celokupne analize. Naime, pojedinačnim analizama se utvrđuje samo način nastanka promena na konkretnom posmatranom nivou (delu) veštačenja (povrede, tragovi i sl.) što služi kao osnov za dalje zaključivanje, ali s druge strane služi i kao kontrola, na način što se proverava da li svaka pojedinačna analiza odgovara u potpunosti utvrđenom načinu nastanka nezgode. Tako, analizirane povrede i oštećenja na vozilu moraju odgovarati načinu nastanka saobraćajne nezgode i toku nezgode, jer su oni nastali u konkretnoj nezgodi i u saobraćajno-tehničkom veštačenju nije dozvoljeno da pojedini utvrđeni elementi nemaju materijalno utemeljenje u opisanom načinu nastanka nezgode. Na ovaj način u svakom trenutku prilikom vršenja različitih analiza može se vršiti kontrola poređenjem sa dobijenim rezultatima na osnovu svake nezavisne analize.

S druge strane osim pojedinačnih analiza tokom veštačenja neophodno je sprovesti i uporedne analize u cilju donošenja jedinstvenog zaključka o načinu nastanka saobraćajne nezgode i toku nezgode. Međusobnim poređenjem dobijenih rezultata svake pojedinačne analize dolazimo do zajedničkih zaključaka, koji su posledica sličnosti zaključaka o nastanku sveke pojedinačne činjenice. Naime, na ovaj način međusobno poredimo izvršene analize i na osnovu zajedničkih obeležja utvrđujemo koja od promena na jednom segmentu odgovara drugoj nastaloj promeni i na taj način se formira jedinstveni zaključak o načinu nastanka saobraćajne nezgode. Samo uporednom analizom možemo stvoriti celokupnu jasnu predstavu o načinu nastanka saobraćajne nezgode. Svaka pojedinačna analiza može se slikovito predstaviti elementima mozaika, gde svaka sprovedena analiza je jedan segment mozaika, a uporedna analiza omogućava uklapanje pojedinih segmenata u celinu koja jasno definiše uslove i okolnosti nastanka saobraćajne nezgode, odnosno zajedno čini mozaik.

Jedna od značajnijih analiza kako pojedinačnih tako i uporednih, predstavlja analiza nastalih oštećenja na vozilu i povreda učesnika nezgode. Poseban značaj uporedne analize nastalih povreda i oštećenja je prilikom analiza saobraćajnih nezgoda tipa vozilo-pešak u kojima je od izuzetnog značaja pravilno utvrđivanje međusobnih položaja tela pešaka i vozila u trenutku sudara. Imajući u vidu da je ljudsko telo, pa time i telo pešaka lako pokretljivo, sa mogućnošću relativno brze promene položaja, u odnosu na mogućnosti kretanja vozila, to je izuzetno važno pravilno utvrđivanje položaja tela pešaka u trenutku sudara. Položaj tela pešaka u trenutku sudara je s jedne strane izuzetno važan u procesu saobraćajno-tehničkog veštačenja jer u zavisnosti od položaja tela važe i određene zavisnosti kretanja tela nakon sudara (zakonitost

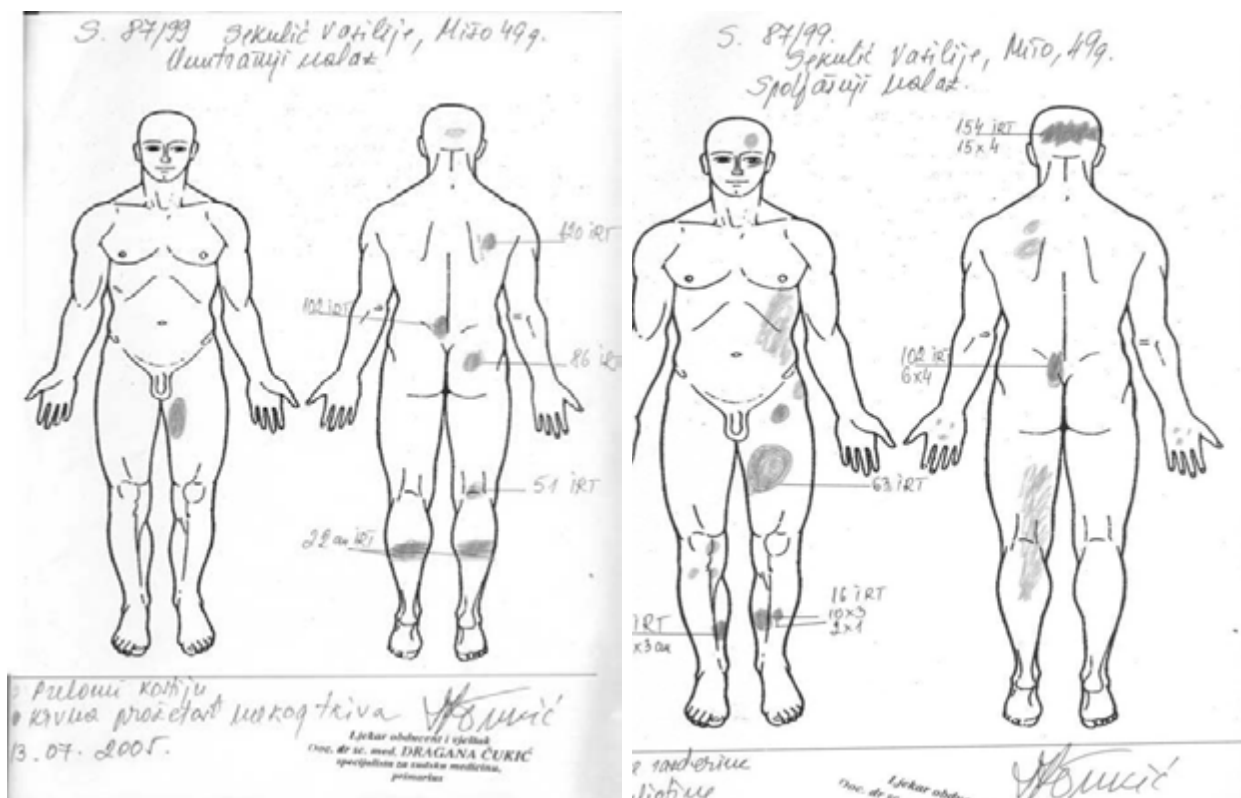
odbačaja tela), a što je u praksi osnov za utvrđivanje brzine vozila u trenutku sudara. Ukoliko se ne utvrdi dovoljno pouzdano položaj tela pešaka u trenutku sudara, moguće je izvršiti dalje proračune na osnovu pogrešno usvojenih zakonitosti ili parametara kretanja tela, te na taj način načiniti grubu grešku u proračunu, a što za posledicu može imati i donošenje pogrešnog zaključka o načinu nastanka i okolnostima saobraćajne nezgode. S druge strane položaj tela pešaka u trenutku sudara može sugerisati i način kretanja pešaka neposredno pre sudara, a što su takođe načini greška prilikom utvrđivanja sudarnog položaja, za posledicu može imati sprovođenje vremensko-prostorne analize koja ne odgovara uslovima u kojima je nastala saobraćajna nezgoda. Najveći značaj a samim tim i najveći uticaj pravilnog utvrđivanja položaja tela u trenutku sudara je prilikom vršenja analiza primenom savremenih računarskih programa, jer je za podešavanje neophodno precizno definisanje položaja tela pešaka u trenutku sudara, a što može imati značajan uticaj na rezultate tako sprovedene analize.

2. ZNAČAJ DETALJNE ANALIZE POVREDA PEŠAKA

Analiza povreda u saobraćajnim nezgodama sa učešćem ranjivih učesnika, predstavlja jednu od najznačajnijih analiza. Kako ranjivi učesnici u saobraćaju nemaju zaštitu koja bi im smanjila izloženost tela sudaru, to telo biva direktno izloženo delovanju sila u sudaru, a što za posledicu ima nastanak karakterističnih povreda na osnovu kojih je moguće definisati način nastanka svake pojedinačne povred. Analizom načina nastanka svake pojedinačne povrede moguće je pokušati da se objasni način nastanka saobraćajne nezgode. Naime, kako pojedini delovi tela bivaju direktno izloženi udaru delova vozila, to na mestima udara nastaju karakteristične povrede, čijom se analizom mogu utvrditi načini nastanka konkretnih povreda, odnosno pravac i smer delovanja sile na konkretno udareno mesto, a što dalje može ukazivati i na način nastanka saobraćajne nezgode.

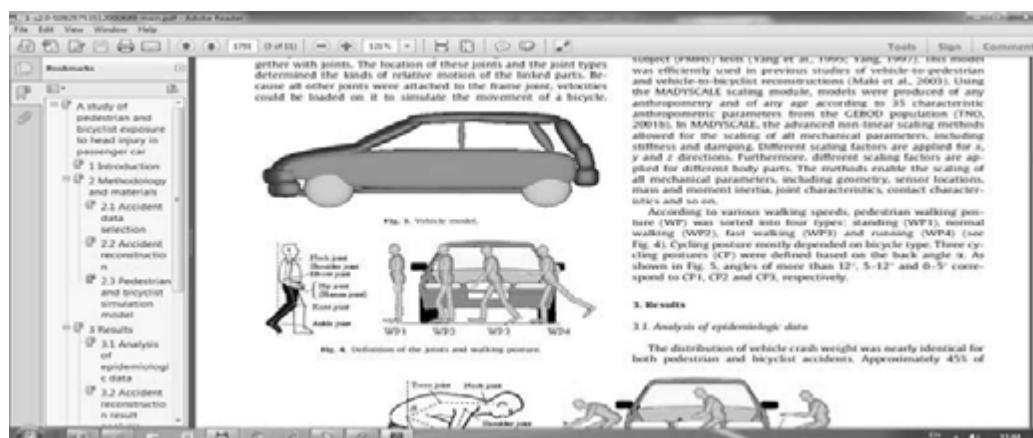
Analizom rasporeda i položaja udarenih delova tela pešaka moguće je utvrditi u koje sve delove tela je udarilo vozilo, odnosno definisati koje od povreda su nastale od udara vozila, u fazi sudara i nabacivanja tela na vozilo, a koje su povrede nastale naknadno nakon pada tela pešaka na podlogu. Najčešće nije moguće u potpunosti razdvojiti sve povrede i utvrditi za svaku nastalu povredu da li je nastala od vozila ili ne, jer može doći i do preklapanja udarenih mesta odnosno ponovljenog povređivanja, kao i podjednake mogućnosti da određena povreda nastane na oba moguća načina. Kada se identifikuju povrede koje su nastale usled udara vozila, tada je moguće vršiti analizu na osnovu koje se utvrđuje od kojih bi delova vozila mogle nastati uočene povrede, a što posredno ukazuje na međusobni položaj tela pešaka i vozila u trenutku sudara. Na ovaj način se dobija jasna slika o položaju tela pešaka u trenutku sudara, kao i pretpostavka o mogućim načinima dospevanja pešaka u navedeni sudarni položaj.

Prilikom analize povreda pešaka neophodno je dobro poznavati mehanizam nastanka povreda pešaka, odnosno znati i razumeti proces sudara za svaki posmatrani slučaj saobraćajne nezgode. Naime, u zavisnosti od vrste vozila koje je učestvovalo u sudaru može doći do različitog tipa odbačaja tela, a što je uslovljeno mehanizmom sudara. Kod sudara vozila pontonskog tipa karoserije (standardna putnička vozila) u procesu sudara dolazi do "nabacivanja" tela pešaka na čeonu deo vozila, a potom do odbačaja tela pešaka po zakonitosti kosog hica. U ovakvom tipu sudara u početnoj fazi sudara dolazi do sudara najisturenijih delova vozila (prednji branik, prednja maska, prednja ivica poklopca motornog prostora...) sa vozilu najbližim delovima tela. Imajući to u vidu u zavisnosti od položaja tela u trenutku sudara može se utvrditi koji od delova tela pešaka su bili najbliži čeonom delu vozila, jer se na njima po pravilu nalaze povrede koje po lokaciji odgovaraju visini i položaju najisturenijeg dela vozila (branik i sl.). Na ovaj način su na osnovu izvršene analize povreda utvrđeni položaji delova tela pešaka koji su prvi došli u sudar sa vozilom, a što je osnov za dalju analizu položaja tela pešaka u trenutku sudara.



Slika br. 1 – Prikaz lokacija povreda na telu pešaka

Primera radi, ukoliko bi pešak u trenutku sudara desnim bokom bio okrenut čeonom delu vozila i to u raskoraku, to bi na nogama pešaka (najčešće podkolenicama) nastali tragovi udara vozila i to na desnoj nozi pešaka povreda bi se nalazila sa spoljašnje strane noge, dok bi na levoj nozi povreda bila sa unutrašnje strane noge. Takođe, bi u navedenom slučaju, pod pretpostavkom da se podužne ose vozila i tela pešaka nalaze idealno, bi bilo za očekivati da je veći stepen povreda na nozi bližoj vozilu, odnosno desnoj nozi pešaka, pogotovo ako je pešak bio oslonjen tom ili sa obe noge o podlogu. Naime kako kočeno vozilo u trenutku sudara ima najveću brzinu, to sa trajanjem sudara ova brzina biva smanjena, doduše u neznatnoj meri, ali svakako najvećoj sudarnoj sili su izloženi delovi tela pešaka koji prvi bivaju udareni. U slučaju da noga bliža vozilu nije u trenutku sudara oslonjena o podlogu mogu nastati povrede većeg stepena i intenziteta na daljoj nozi, ukoliko je on oslonjena o podlogu, što takođe ukazuje na mogući način kretanja pešaka u trenutku sudara.



Slika br. 2 – Položaj tela pešaka u sudaru

Postojanje povreda većeg stepena (lomova, amputacije i sl.) na donjim ekstremitetima mogu ukazivati i na način kretanja pešaka u trenutku sudara. Naime, pešak prilikom stajanja najčešće biva obema nogama oslonjen o podlogu, jer to odgovara normalnom položaju tela koje je zaustavljeno. Kada se pešak normalno kreće, najčešće je samo jednom nogom oslonjen o podlogu, jer to odgovara normalnom hodu ljudi, odnosno samo u kratkom vremenskom intervalu pešak koji se ovako kreće biva oslonjen obema nogama o podlogu. Za razliku od prethodnih načina kretanja pešak koji trči može biti jednovremeno odvojen od podloge, a što nije moguće prilikom prethodno opisanih načina kretanja pešaka, što olakšava utvrđivanje načina kretanja pešaka, na osnovu analize nastalih povreda donjih ekstremiteta pešaka.

Kod vozila koja imaju izrazito klinasti oblik čeonog dela vozila (sportska vozila i vozila sa nižom visinom čeonog dela) telo pešaka biva odbačeno takođe po zakonitosti kosog hica, ali sada prilikom detaljne analize treba voditi računa, da će povrede na telu pešaka nastale od najisturenijih delova vozila biti na nižoj visini, a mesto prvog udara u telo na većem rastojanju od težišta, što će sve za posledicu imati veći nabačaj tela pešaka na vozilo. Naime, ukoliko bi se posmatrao sudar identična dva pešaka sa vozilom pontonskog oblika karoserije i klinastog oblika karoserije, povrede pešaka koji je udaren klinastim oblikom karoserije bi bile na nižoj visini nogu, a gornji ekstremiteti i glava pešaka bi udarili u više delove čeonog dela vozila u odnosu na mesta gde bi udarili u slučaju suadara sa vozilom pontonskog oblika karoserije. Imajući to u vidu prilikom analize povreda pešaka i njihove lokacije neophodno je voditi računa i o tipu i obliku karoserije vozila koje je učestvovalo u nezgodi.

Treći tip oblika karoserije je sandučasti oblik "tranbus" odnosno ravna čeona strana vozila, kada govorimo o vozilima ovog tipa najčešće se misli na dostavna vozila, kamione i autobuse, pri čemu se ne sme zaboraviti činjenica da u zavisnosti od visine pešaka i visine čeonog dela vozila zavisi način odbačaja tela, a ne samo od vrste vozila. Naime, za pešake niske rastom (kao i decu) i obično putničko vozilo (pontonski oblik) može predstavljati u sudaru vozilo sa "tranbus" oblikom karoserije. Naime, opredeljivanje za tip odbačaja u sudaru zavisi od visine težišta pešaka i visine čeonog dela vozila, tako da tela čija je visina težišta ispod visine čeonog dela vozila bivaju odbačena po zakonitosti horizontalnog hica (udarena "tranbus" vozilom), dok pešaci čija visina težišta se nalazi iznad visine čeonog dela vozila bivaju nabačena na vozilo i odbačena po zakonitosti kosog hica.

Oblik karoserije vozila osim što utiče na način i zakonitost odbačaja tela pešaka, on takođe utiče i na vrstu i stepen povreda pešaka u sudaru. U sudarima kod kojih dolazi do nabacivanja tela pešaka na čeonu deo vozila, ne dolazi do istovremenog udara i u gornje delove tela pešaka, već dolazi do postepenog udara najpre u donje ekstremitete, sedalni predeo tela pešaka, a potom i udara gornjih delova tela i glave pešaka u delove karoserije vozila. Naime, kako je proces nabacivanja tela pešaka na čeonu deo vozila izuzetno vremenski kratak, to razlika u brzinama udara u donje ekstremitete pešaka i glavu pešak nije u većoj meri različita, ali postoji određeno smanjenje brzine, ako je vozilo kočeno, pa je i intenzitet povreda na gornjim regijama tela posledica nešto manje sudarne sile. Kod sudara pešaka i vozila sa "tranbus" oblikom karoserije dolazi do gotovo trenutnog udara cele čeone površine vozila u telo pešaka, i to od donjih ekstremiteta do glave pešaka, nema nabačaja na čeonu deo vozila, već celo telo pešaka gotovo jednovremeno dobija kinetičku energiju vozila i biva odbačeno po zakonitosti horizontalnog hica. U ovakvom tipu sudara svi delovi tela pešaka istovremeno dobijaju istu kinetičku energiju i gotovo identična sudarna sila deluje na sve delove tela pešaka. Posledica istovremenog udara cele čeone površine vozila u telo pešaka može imati za posledicu nastajanje povreda na svim delovima tela izloženim sudaru, odnosno na celoj površini tela, što najčešće nije slučaj kod nabacivanja tela na vozilo. U slučaju kada telo biva nabačeno na vozilo, najčešće dolazi do povreda na donjim ekstremitetima, sedalnoj regiji i glavi pešaka, jer su to karakteristične zone tela koje dolaze u sudar sa prednjim branikom, poklopcem motornog prostora i prednjim vetrobranskim staklom.



Slika br. 3 – Kontaktna mesta

Imajući u vidu lokacije povreda na telu pešaka, već je moguće samo na osnovu povreda izvesti zaključak do kakvog tipa sudara je došlo, pri kom su nastale konkretne povrede na telu pešaka. Imajući to u vidu moguće je već prepoznati način povređivanja pešaka u sudaru i osnovne karakteristike vozila koje je učestvovalo u nezgodi.

Osim o tipu sudara, odnosno vrsti vozila i zakonitosti odbačaja tela pešaka nakon sudara, na osnovu analize povreda moguće je pouzdano utvrditi i položaj tela u odnosu na vozilo koje je učestvovalo u sudaru. Naime, u praksi se pokazala kao veoma značajna adekvatna analiza položaja tela pešaka u odnosu na čeonu deo vozila, iako standardne empirijske formule za izračunavanje dužine odbačaja tela pešaka ne uzimaju u obzir položaj tela, jer u zavisnosti od međusobnog položaja zavisi i način na koji će telo biti nabačeno i odbačeno, kao i od visine težišta pešaka, kao veoma važne činjenice za proračun odbačaja. U zavisnosti od međusobnog odnosa visine težišta pešaka i visine čeonog dela vozila, dolazi i do različitog nabačaja tela pešaka a samim tim i odbačaja, iz kog razloga je i za proračun odbačaja data odgovarajuća tolerancija. Prilikom vršenja analize primenom računarskih programa, veoma je važno što preciznije utvrditi poziciju težišta pešaka, a na osnovu položaja tela u trenutku sudara, jer računarski programi proračunavaju odbačaj za zadate parametre i ne analiziraju sa određenim tolerancijama, kao empirijske formule. Pouzdanost utvrđivanja sudarnog položaja je u direktnoj vezi sa preciznošću i pouzdanošću izvršene analize, tako da je od izuzetnog značaja pravilno utvrđivanje položaja tela pešaka.

Kada govorimo o analizi povreda njihov značaj se ogleda i u tome što one na jednoznačan način ukazuju na mesta i smerove delovanja sile. Naravno za ovako detaljnu analizu povreda neophodna je analiza veštaka medicinske struke, ali sa aspekta saobraćajno-tehničkog veštačenja dovoljno je prepoznati lokaciju povreda i na osnovu toga doneti zaključak o mogućem nastanku navedene povrede. Na ovaj način veštaci saobraćajno-tehničke struke imaju mogućnost da sagledaju mehanizam nastanka povreda i na osnovu toga definišu način nastanka konkretnih povreda imajući u vidu oblik karoserije vozila i zakone kretanja tela.

3. ANALIZA OŠTEĆENJA VOZILA U CILJU UTVRĐIVANJA SUDARNOG POLOŽAJA

Nakon analize povreda pešaka nastalih u sudaru, analiza nastalih oštećenja se izdvaja kao izuzetno značajna analiza za utvrđivanje sudarnog položaja i analizu saobraćajne nezgode. Naime, kako u svakom sudaru na svim delovima koji učestvuju u sudaru nastaju odgovarajuće povrede i oštećenja, to svim nastalim povredama u sudaru, nastalim od udara vozila, moraju

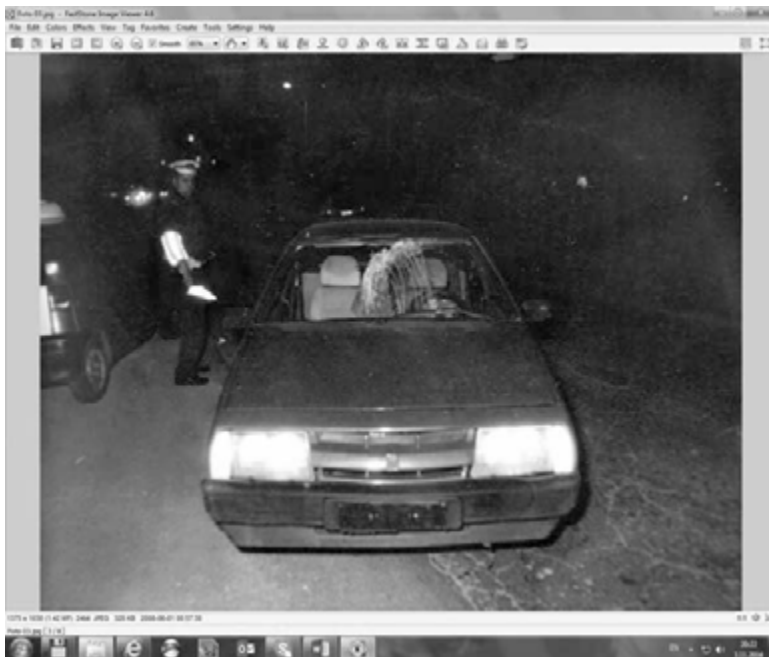
odgovarati i oštećenja (tragovi) nastala na vozilu. Imajući to u vidu neophodno je izvršiti pažljivu i detaljnu analizu oštećenja vozila, kako bi se pouzdano utvrdilo kojim delovima vozila je vozilo učestvovalo u sudaru.

Značaj analize oštećenja vozila je i u tome što se na osnovu nastalih oštećenja i njihove lokacije, veoma često vrše procene brzine vozila u trenutku sudara. Naime, u zavisnosti od lokacije mesta udara glave pešaka (određene visine) postoji utvrđena zakonitost sudarne brzine. Imajući u vidu empirijski utvrđenu zakonitost, veoma je važno detaljno analizirati nastala oštećenja na vozilu i na osnovu toga i analize povreda pešaka, utvrditi da li je moguće primeniti navedenu zakonitost. Najveći broj grešaka u praksi, prilikom procene brzine vozila u sudaru se pravi, baš prilikom primene navedene eksperimentalne zakonitosti. Naime, najčešće veštaci u nedostatku pouzdanijih parametara za utvrđivanje brzine vozila u trenutku sudara primenjuju navedenu zakonitost bez obzira na uslove nastanka saobraćajne nezgode, pri čemu je u literaturi navedeno za koje slučajeve i pod kojim okolnostima se može primenjivati. Navedena zakonitost se može primeniti samo za vozila klinastog oblika karoserije i pun čeon sudar sa pešacima navedene visine (174 cm muškog pla, 162 cm ženskog pola), pri čemu se pešaci nalaze u normalnom načinu kretanja (hodu). Navedena zakonitost ne važi za sudare koji nisu tipa pun čeon sudar, a što je najčešće uočena pogrešna primena u praksi, ili sudare u kojima se pešak kretao na neki od načina koji ne odgovaraju normalnom hodu i približno upravnom odnosu podužnih osa vozila i pešaka. Dakle kod delimično čeonih sudara i sudara čoškom lokacije nastalih oštećenja na vozilu se najčešće nalaze daleko iznad lokacija oštećenja koja bi nastala pri punom čeonom sudaru, a što za posledicu može imati pogrešnu procenu brzine vozila u trenutku sudara, ukoliko se primeni navedena zavisnost. Takođe, kod ovih tipova sudara ne mora doći do potpunog nabačaja tela na vozilo, pa i iz tog razloga je neprimenljiva ova eksperimentalno utvrđena zavisnost lokacije oštećenja vozila od sudarne brzine.

Rasped oštećenja nastalih na vozilu u mnogome može ukazivati na način kretanja i smer kretanja pešaka u trenutku sudara. Postojanje određene usmerenosti oštećenja, gledano od donjih delova vozila ka gornjim, ukazuje na postojanje bočne komponente brzine u trenutku sudara, a što može biti posledica brzine i smera brzine koju je pešak imao u trenutku sudara. Ukoliko lokacija oštećenja na vozilu ima izraženu usmerenost tako da se oštećenja na donjim delovima vozila nalaze u visini levog boka, zatim na poklopcu motornog prostora u visini sredine vozila, a na prednjem vetrobranskom staklu u visini desne polovine, to ukazuje da je pešak bio usmeren od levog ka desnom boku vozila u trenutku sudara, odnosno da je komponenta brzine bila usmerena na taj način. Takođe, stepen usmerenja, odnosno zakošenost i bočni pomeraj položaja oštećenja na vozilu ukazuju na brzinu pešaka u trenutku sudara. Naime, ukoliko bi pešak imao veću brzinu u trenutku sudara, a brzina je upravna na osu vozila, to bi bio veći bočni pomeraj nastalih oštećenja, na osnovu čega je moguće izvršiti grubu procenu brzine (načina kretanja) pešaka u trenutku sudara. Ukoliko bi pešak u trenutku sudara bio zaustavljen tada, po pravilu ne bi bilo značajnog bočnog pomeraja oštećenja, u uslovima punog čeonog sudara i upravnog položaja osa vozila i pešaka.

Položaj, raspored i stepen oštećenja nastalih na vozilu, takođe mogu ukazivati na činjenicu da li se pešak u trenutku sudara kretao na navedeni i opisan način u spisima predmeta ili se možda kretao ili nalazio u nekom od nekarakterističnih položaja. Čest je slučaj u praksi da pešak u trenutku sudara iznenadno reaguje i promeni način prethodnog kretanja u cilju izbegavanja nastale opasnosti i saobraćajne nezgode, ali takođe se pešak iz nekih drugih razloga, a koji su van domena saobraćajno-tehničkog veštačenja mogu nalaziti u nekarakterističnim položajima, a što je neophodno utvrditi radi sprovođenja adekvatne analize konkretne saobraćajne nezgode. Naime, ne važe iste zakonitosti odbačaja tela pešaka koji se nalazi u uspravnom položaju u trenutku sudara i tela peška koji se nalazi u nekom od pognutih položaja, jer se ovakvom promenom položaja tela vrši promena položaja težišta tela, pa samim tim i do načina i zakonitosti odbačaja tela pešaka. Takođe i u slučaju kada se celo telo pešaka nalazi ispod visine gornje ivice poklopca motornog prostora, da li u klečećem ili nekom drugom položaju na

kolovozu, nije moguće vršiti standardne analize i primenjivati uobičajene formule za odbačaj tela pešaka, već je neophodno prilagoditi analizu konkretnom načinu nastanka saobraćajne nezgode. Još jedan od karakterističnih položaja tela pešaka u trenutku sudara je kada pešak u cilju izbegavanja nezgode poskoči u trenutku sudara, u kom slučaju nema udara branika u donje ekstremiteta, pa nema ni povreda i oštećenja na tim lokacijama, ali su oštećenja na vozilu na značajno višim mestima u odnosu na položaj koji bi imala u normalnim uslovima sudara, pa je neophodno i ovu situaciju analizirati na poseban njoj odgovarajući način.



Slika br. 4 – Pružanje oštećenja na vozilu

Značaj analize oštećenja je u toliko značajniji kada se pešak ne kreće približno upravno u odnosu na osu vozila, jer tada je veoma važno pravilno utvrditi sudarni položaj, a za šta je neophodna kvalitetna analiza nastalih oštećenja. Naime, u situacijama kada se pešak kreće ka vozilu ili u suprotnom smeru od vozila ili na neki specifičan način u odnosu na vozilo, neophodno je utvrditi način na koji je došlo do sudara vozila i pešaka i u zavisnosti od specifičnosti sudarnog položaja izvršiti adekvatne analize.

4. UPOREDNA ANALIZA POVREDA I OŠTEĆENJA NA VOZILU

Pojedinačne analize povreda pešaka i nastalih oštećenja na vozilu svoje puno značenje dobijaju tek uporednom analizom, kojom se proverava da li sva nastala oštećenja na vozilu odgovaraju zadobijenim povredama pešaka i obratno. Na ovaj način se prvo vrši provera preciznosti i pouzdanosti sprovedenih prethodnih pojedinačnih analiza povreda i oštećenja, a zatim se vrši njihovo poređenje i utvrđivanje načina nastanka saobraćajne nezgode.

Takođe se uporednom analizom upotpunjuju zaključci koji su doneti na osnovu pojedinačnih sprovedenih analiza, jer je moguće da postoji više načina na koji bi mogle nastati određene povrede ili oštećenja na vozilu, pa samim tim pojedinačnom analizom nije moguće utvrditi jednoznačno način njihovog nastanka. Tek uporednom analizom moguće je proverom nastalih oštećenja i povreda utvrditi da li su mogli nastati na još neki način osim utvrđenog načina nastanka. Naime, zakošenost oštećenja na vozilu, o kojoj je ranije bilo govora u ovom radu, može biti posledica brzine koju je imalo telo pešaka u trenutku sudara ali može biti i posle-

dica načina kretanja pešaka, pa tek uporednom analizom povreda i oštećenja i pouzdanim utvrđivanjem sudarnog položaja stižu se uslovi za pouzdano utvrđivanje svih bitnih činjenica neophodnih za analizu saobraćajne nezgode.

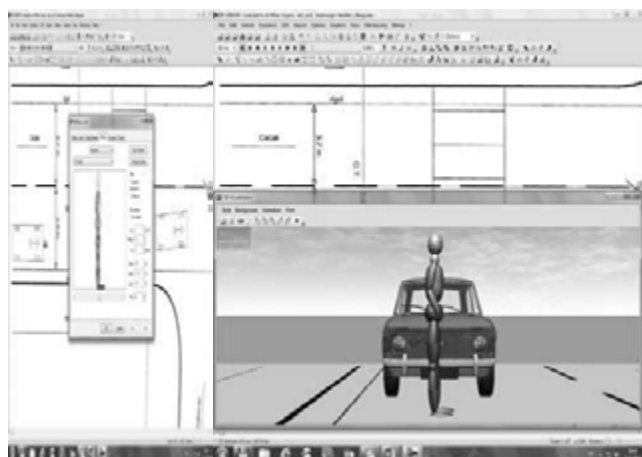
Karakterističan primer neophodnosti uporedne analize povreda i nastalih oštećenja na vozilu u sudarima vozila i pešaka je i situacija u kojoj pešak u cilju izbegavanja sudara neposredno pre nezgode preduzme vraćanje unazad ili okretanje na mestu sudara. Naime, ovo je izuzetno zastupljen slučaj u praksi, kada pešak u poslednjem momentu pred sudar pokušava da izbegne sudar ili smanji posledice i u tu svrhu vrši promenu prethodnog načina kretanja ili položaj. U ovakvim slučajevima na telu pešaka mogu nastati povrede karakteristične za kretanje pešaka u smeru od levog ka desnom boku vozila (povrede na desnom boku pešaka), a da na vozilu nastanu oštećenja čiji se raspored pruža od desnog ka levom boku vozila. U ovakvim situacijama neophodno je izvršiti uporednu analizu i proveriti da li nastala oštećenja vozila odgovaraju povredama pešaka, kao i da li povrede odgovaraju oštećenjima, pa na osnovu toga utvrditi način kretanja pešaka u trenutku sudara, kao i način kretanja pešaka pre sudara ukoliko je to moguće na osnovu drugih parametara.

Takođe drugi čest slučaj u praksi je i preduzimanje okretanja pešaka neposredno pre sudara, u kom slučaju očevici i svedoci tvrde da se pešak kretao u određenom smeru, a povrede pešaka i oštećenja na vozilu ukazuju da se pešak kretao u suprotnom smeru od navedenog smera kretanja. Naime, ovo je čest slučaj prilikom analiza saobraćajnih nezgoda, jer pešak u cilju izbegavanja nezgode pokušava da se skloni sa putanje vozila, a što za posledicu ima promenu prethodnog smera kretanja pešaka ili ponekad i pravca prethodnog kretanja, a što sve za posledicu ima i neophodno prilagođavanje analize saobraćajne nezgode datim uslovima. Naime, posebno je značajno utvrđivanje načina kretanja pešaka za sprovođenje vremensko-prostorne analize, jer u zavisnosti od vremena i/ili pređenog puta pešaka po kolovozu, zavisi i mogućnost izbegavanja saobraćajne nezgode. Ukoliko dođe do okretanja i promene smera kretanja pešaka neposredno pre nezgode, neophodno je analizirati i vreme potrebno za vršenje takve radnje od strane pešaka, pa i to uzeti u obzir prilikom vršenja vremensko-prostorne analize, kao i karakterističan položaj i mesto na kome je pešak izvršio promenu prethodnog smera kretanja. Tek na ovaj način je pouzdano utvrđeno vreme koje je pešak proveo na kolovozu odnosno put koji je pešak prešao od nastanka opasnosti do mesta sudara.

5. ZNAČAJ POUZDANOG UTVRĐIVANJA POLOŽAJA TELA PEŠAKA U TREUTKU SUDARA ZA ANALIZU PRIMENOM RAČUNARSKIH PROGRAMA

Savremeni softverski alati za računarske analize saobraćajnih nezgoda su izuzetno sofisticirani, te je pravilno podešavanje svih važnih parametara za utvrđivanje načina nastanka nezgode i brzina učesnika, od izuzetnog značaja. Kako u računarskim analizama figuriše veliki broj promenljivih koje utiču na pouzdanost izvršene analize to je neophodno utvrditi sve parametre sa zadovoljavajućim nivoom pouzdanosti. Međusobni položaj tela pešaka i vozila je jedan od najvažnijih parametara vezanih za pravilno sprovođenje računarske analize saobraćajne nezgode. Naime, kako računarski programi sudar vozila i pešaka analiziraju kao složen sistem sudara, sastavljen od većeg broja pojedinačnih sudara, delova tela pešaka i vozila u spregnutom sistemu, to se pravilno utvrđivanje navedenih položaja značajno uvećava kod sprovođenja ovakvih analiza. Imajući to u vidu najveće greške prilikom sprovođenja računarskih analiza sudara sa učešćem pešaka nastaju kod nepravilno ili nepotpuno utvrđenog sudarnog položaja tela pešaka i vozila, jer usled složenosti navedene analize pogrešno utvrđen jedan od segmenata sudara povlači za sobom i grešku u celom sistemu sudara sa telom pešaka, a što sve za posledicu može imati pogrešno utvrđene parametre sudara i načina nastanka saobraćajne nezgode.

Da bi se praktično pokazao značaj pravilnog utvrđivanja sudarnog položaja tela pešaka u trenutku sudara na rezultat sprovedene analize, izvršena je računarska analiza sudara pešaka (visine 175 cm i težine 75 kg) i vozila ZASTAVA 101, pri brzini vozila 50 km/h i brzini pešaka 4 km/h. Vozilo je u trenutku sudara bilo forsirano kočeno usporenjem 5 m/s^2 , usporenje tela pešaka po kolovozu je bilo 6 m/s^2 , podužne ose vozila i tela pešaka su zaklapale međusobno ugao od 90° , i pešak se kretao u smeru od desnog ka levom boku vozila. Testiran je uticaj promene položaja tela u trenutku sudara i to u smislu da je pešak postavljan na isto mesto sudara (približno u visini sredine širine vozila) u položaju kada se pešak nalazi obema nogama paralelno na kolovozu, zatim u raskoraku koji bi mogao odgovarati normalnom hodu pešak i raskoraku koji bi odgovarao trčanju pešaka. Kako bi se pokazao samo značaj pravilnog utvrđivanja položaja tela pešaka u analizi je zanemarena promena brzine pešaka u zavisnosti od načina kretanja, pa je za sve analizirane situacije korišćena ista brzina pešaka 4 km/h.



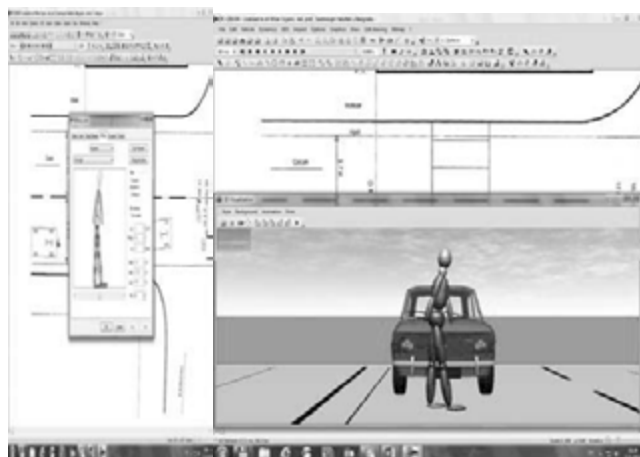
Slika br. 5 – Sudarni položaj

Analizom situacije u kojoj se pešak nalazi u trenutku sudara u položaju koji odgovara stajanju, odnosno nogama paralelno postavljenim na kolovoz utvrđeno je da bi za navedene parametre sudara, odbačaj tela pešaka bio 20,4 m, pri čemu bi telo pešaka bilo podužno odbačeno 20,2 m i poprečno 2,3 m.

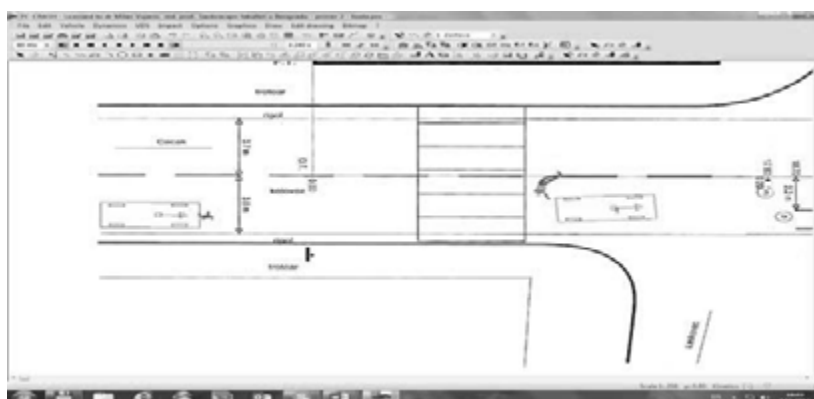


Slika br. 6 – Odbačaj tela pešaka

U situaciji u kojoj se pešak u istim uslovima sudara (iste brzine i mesto sudara) nalazi u položaju koji odgovara normalnom hodu, u raskoraku, odbačaj tela pešaka bi bio 13,5 m, mereno od težišta tela pešaka u sudarnom položaju do težišta tela pešaka u zaustavnoj poziciji. Telo bi bilo podužno odbačeno 13,4 m i poprečno 1,9 m.

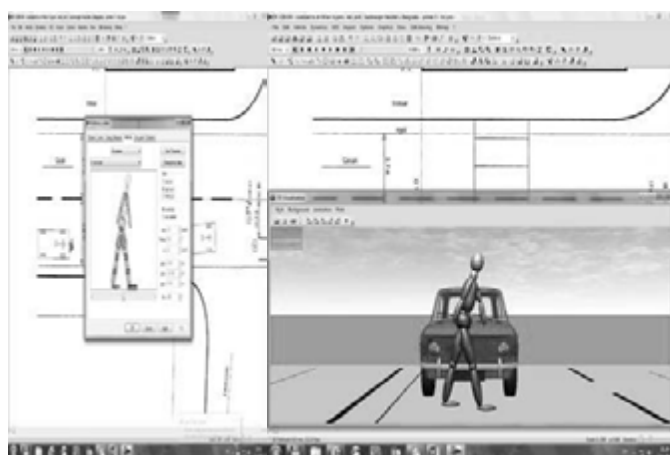


Slika br. 7 – Sudarni položaj

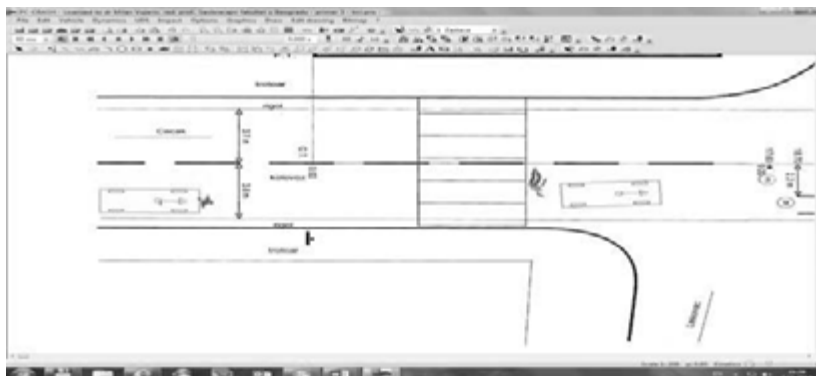


Slika br. 8 – Odbačaj tela pešaka

Analiza sudara u kome se telo pešaka nalazilo u položaju koji odgovara trčanju pešaka, odnosno u širokom raskoraku, ali pri istim parametrima sudara (brzine učesnika nezgode i sl.) kao i prethodnim analizama, utvrđeno je da bi telo pešaka bilo odbačeno 12,8 m i to 12,7 m podužno po kolovozu i 1,2 m poprečno.



Slika br. 9 – Sudarni položaj



Slika br. 10 – Odbačaj tela pešaka

Da bi se pokazala utvrđena razlika u odbačaju tela pešaka pri identičnim parametrima sudara, osim položaja tela pešaka, izvršen je i proračun daljine odbačaja tela pešaka na osnovu eksperimentalno utvrđenih zavisnosti odbačaja tela pešaka od brzine u trenutku sudara, za iste parametre sudara. Primenom formule za odbačaj tela pešaka za pun čeon sudar sa forsirano kočenim vozilom pontonskog oblika karoserije $S_{od} = V_s/144$, odbačaj tela bi bio 17,4 m, odnosno imajući u vidu toleranciju navedene formule, odbačaj bi bio od 15,6 m do 19,1 m. Primenom formule za izračunavanje odbačaja tela pešaka na osnovu zakonitosti objedinjene regresione parabole, koja je primenljiva za sve tipove sudara izračunata je daljina odbačaja tela pešaka 16,9 m, odnosno od 14 m do 20 m imajući u vidu predviđenu toleranciju navedene formule.

Poređenjem utvrđenih i izračunatih daljina odbačaja tela pešaka u sudaru, a u zavisnosti samo od položaja tela pešaka u sudaru, pri nepromenjenim ostalim parametrima sudara, koje se u zavisnosti od primenjene metode nalaze u dijapazonu od 12,7 m do 20,4 m, dobijeno je izuzetno veliko odstupanje vrednosti odbačaja tela pešaka. Kako je za utvrđivanje brzina učesnika u nezgodi tipa vozilo-pešak jedan od najvažnijih parametara dužina odbačaja tela pešaka, to je neophodno posebno voditi računa o pravilnom utvrđivanju položaja tela u trenutku sudara.

Tabela br. 1 – Daljina odbačaja tela pešaka

Stoji	Hoda	Trči	$V^2s/144$	$0,0052V_n^2 + 0,0783V_n$
20,4 m	13,5 m	12,7 m	17,4 m (15,7-19,1) m	16,9 m (14-20) m

Uporednom analizom daljine odbačaja tela pešaka u zavisnosti od položaja tela pešaka u trenutku sudara pokazano je da položaj tela pešaka u trenutku sudara ima izuzetno značajnu ulogu prilikom vršenja analiza saobraćajnih nezgoda. Najveće razlike su pokazane prilikom vršenja računarskih analiza, jer prilikom vršenja ovih analiza, za razliku od navedenih eksperimentalno utvrđenih zavisnosti, nema tolerancije, pa su utvrđene razlike još značajnije. Imajući u vidu moguće greške u analizi koje bi mogle nastati usled neadekvatnog utvrđivanja sudarnog položaja, neophodno je da veštaci saobraćajno tehničke struke posebno i detaljno analiziraju navedene međusobne položaje tela pešaka i vozila i vrše proveru usaglašenosti nastalih oštećenja na vozilu i povreda pešaka, kako bi se smanjila mogućnost greške u izvršenoj analizi.

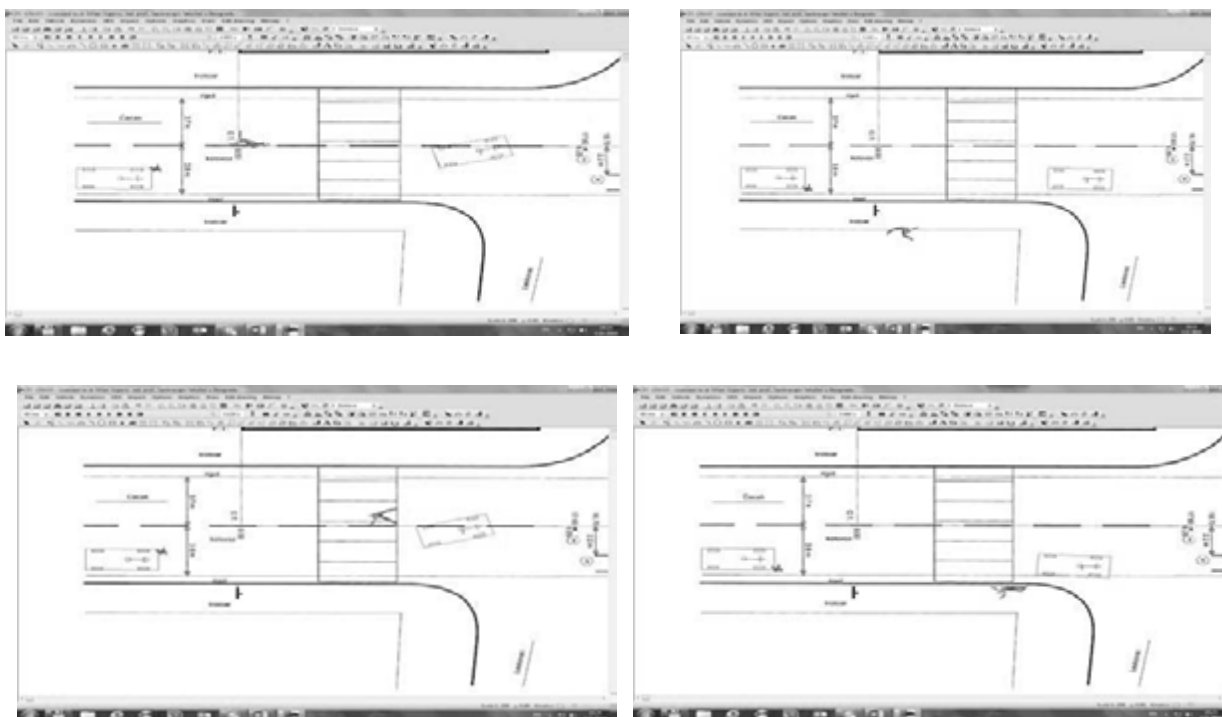
U većini savremenih softverskih paketa namenjenih za analize saobraćajnih nezgoda postoji mogućnost uključivanja pojedinih delova tela pešaka u sudar. Na ovaj način se svaki deo tela koji je bio povređen posebno uključuje u analizi i omogućava se kasnije provera da li su povređeni delovi tela zaista učestvovali u sudaru i u sprovedenoj analizi. Mogućnost provere delova tela koji su učestvovali u sudaru omogućava i naknadnu kontrolu samog veštaka da li je izvršio analizu na pravilan način, kao i kontrolu od strane drugih pojedinaca i veštaka kako bi bilo utvrđena valjanost sprovedene analize saobraćajne nezgode.



Slika br. 11 – Validacija mesta udara na telu pešaka - PC CRASH

Uvođenjem ovakve mogućnosti proizvođači softvera za analizu saobraćajnih nezgoda su omogućili pouzdaniju analizu i na taj način omogućili korisnicima softvera da mogu pouzdanije da izvrše analizu konkretne saobraćajne nezgode. Takođe su na ovaj način omogućili i proverljivost izvršenih analiza i time omogućili nastanak manjeg broja grešaka prilikom vršenja računarskih analiza, kao i predupredili zloupotrebu programa.

Kako bi bio dodatno prikazan i značaj uporedne analize povreda i oštećenja vozila kao i značaj utvrđivanja međusobnog položaja tela pešaka i vozila, izvršena je i računarska analiza sudara pešaka koji se nalazi u raskoraku (prethodno analizirani slučaj) koji odgovara normalnom hod-u, ali tako da se telo pešaka sada nalazi i u visini čoškova vozila i/ili da je telo pešaka delimično zahvaćeno vozilom u trenutku sudara. Dobijeni rezultati su slikovito predstavljani na sledećim slikama, pa nisu posebno navođene daljine odbačaja za svaku od analiziranih situacija.



Slika br. 12 – Odbačaj tela pešaka u odnosu na lokaciju udara na vozilu

Imajući u vidu prikazane međusobne položaje tela pešaka u zaustavnoj poziciji nakon sudara i sudarnog položaja, lako se uočava značajno odstupanje zaustavne pozicije tela pešaka

nakon sudara u zavisnosti od toga kojim delom vozila je došlo do sudara. Naime, posledica oblika karoserije vozila i međusobnog položaja pojedinih delova vozila i tela pešaka je različit odbačaj tela, kako u podužnom tako i u poprečnom smislu, pa je neophodno detaljno analizirati konkretnu saobraćajnu nezgodu sa svim njenim specifičnostima, kako ne bi nastala greška u izvršenim proračunima.

6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Izvršenim analizama i poređenjem daljine odbačaja tela pešaka u sudaru sa vozilom pontonskog oblika karoserije je pokazan značaj sprovođenja detaljne i uporedne analize povreda pešaka i oštećenja nastalih na vozilu. Naime, prikazanim mogućim odstupanjima daljine odbačaja tela pešaka, za identične parametre sudara osim položaja tela, je ukazano na značaj vršenja pravilne uporedne analize povreda i oštećenja, jer posledice neadekvatne analize mogu imati izuzetno velike posledice na činjenje greške u proračunu, a samim tim i na pogrešno opredeljivanje eventualnih propusta učesnika nezgode.

Značajno je istaći i da se moguće greške u izvršenim analizama, načinjene kao posledica neadekvatnog utvrđivanja sudarnog položaja vozila i tela pešaka izuzetno izražavaju prilikom vršenja savremenih računarskih analiza. Posebno značajan uticaj greške u proračunu primenom računarskih programa se ogleda u tome što programi računaju konkretan odbačaj za sve zadate parametre, pri čemu je jedan od važnijih parametara međusobni položaj tela pešaka i vozila. Za razliku od eksperimentalno utvrđenih formula za odbačaj tela pešaka, koje imaju određene tolerancije, analize primenom računarskih programa to nemaju, pa se iz tog razloga načinjene greške u sudarnom položaju značajno ispoljavaju na utvrđivanje daljih proračuna i analiza nastanka i toka saobraćajnih nezgoda.

Imajući u vidu prikazane i opisane moguće greške u analizama saobraćajnih nezgoda, nastale kao posledica pogrešno ili nepotpuno (nepouzđano) utvrđenog sudarnog položaja tela pešaka i vozila, neophodno je prilikom vršenja saobraćajno-tehničkog veštačenja posebno voditi računa o usaglašenosti nastalih povreda i oštećenja na vozilima. Samo detaljnom i uporednom analizom i utvrđivanjem uzročno posledičnih veza nastanka povreda i oštećenja na vozilu moguće je sveobuhvatno analizirati nastalu saobraćajnu nezgodu i na pravilan način utvrditi uzroke i okolnosti nastanka konkretne saobraćajne nezgode, a što je osnovno pravilo izrade saobraćajno-tehničkog veštačenja.

[1] Literatura:

- [2] Dragač, R., UVIĐAJ I VEŠTAČENJE SAOBRAĆAJNIH NEZGODA NA PUTEVIMA, Javno preduzeće Službeni list SRJ, Beograd, 2007.
- [3] Lipovac, K., BEZBEDNOST SAOBRAĆAJA, Javno preduzeće Službeni list SRJ, Beograd, 2008.
- [4] Dragač, R., BEZBEDNOST DRUMSKOG SAOBRAĆAJA II i III, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1994.
- [5] Lipovac, K., UVIĐAJ SAOBRAĆAJNIH NEZGODA- IZRADA SKICA I SITUACIONIH PLANOVA, Viša škola unutrašnjih poslova, Beograd, Zemun, 1994.
- [6] Bursačević. M. I dr., Osnove kriminalističkih veštačenja, 2001.
- [7] Vodinelić. V. i dr., Saobraćajna kriminalistika, metodika obrade saobraćajnih nesreća na putevima, vodi i u vazduhu, 1986.
- [8] Vujanić M. i dr., PRIRUČNIK ZA SAOBRAĆAJNO-TEHNIČKA VEŠTAČENJA 96, Beograd, 1996.
- [9] Vujanić M. i dr., PRIRUČNIK ZA SAOBRAĆAJNO-TEHNIČKA VEŠTAČENJA 2009, TSG, Beograd, 2009.
- [10] Primeri nalaza i mišljenja veštaka Instituta saobraćajnog fakulteta u Beogradu.