

REKONSTRUKCJA WYPADKU Z UDZIAŁEM PIESZEGO

Nowa funkcjonalność programu V-SIM 5 w kontekście materiału dowodowego

dr inż. Robert Janczur, prof. PK

podkom. Jolanta Zawaleń

Katedra Pojazdów Samochodowych Politechniki Krakowskiej

Zakład Szkoleń Specjalnych CSP

W artykule przedstawiono nową funkcjonalność programu V-SIM w wersji 5 w zakresie możliwości wykorzystania w rekonstrukcji wypadku drogowego z udziałem pieszego, która wymaga bardziej precyzyjnego ustalania pozycji osoby pieszej w chwili uderzenia przez pojazd niż w przypadku korzystania z empirycznych zależności łączących odrzut wzdłużny pieszego lub drogę sunięcia z prędkością potrącenia. Zwrócono uwagę na istotność ujawniania wszelkich śladów na pojeździe i na odzieży pieszego oraz wykorzystywania specjalistycznej wiedzy biegłych sądowych z zakresu medycyny. Na przykładzie dobrze udokumentowanego zdarzenia drogowego z udziałem pieszego przedstawiono analizę mechanizmu przebiegu symulacji oraz wrażliwości jej wyników m.in. na dane wejście w postaci pozycji osoby pieszej i usytuowania jej kończyn dolnych i górnych. W podsumowaniu zasygnalizowano aspekty prawidłowego przygotowania symulacji w programie V-SIM 5 prowadzące do uzyskania miarodajnych wyników.

WSTĘP

Wypadki z udziałem osób pieszych nadal pociągają za sobą poważne skutki, a coraz częściej biegli opiniujący takie zdarzenia drogowe spotykają się ze stosunkowo małą ilością śladów o charakterze rzeczowym. Dotyczy to szczególnie wypadków drogowych nieobjętych monitoringiem, zaistniałych w warunkach mokrej jezdni, na której nie zostają ujawnione ślady hamowania pojazdu, a tym bardziej ślady bezpośrednio identyfikujące miejsce potrącenia pieszego. W wielu przypadkach ślady są przemieszczane przez osoby postronne przed przybyciem Policji i przed zabezpieczeniem miejsca zdarzenia. Możliwe źródła rzeczowego materiału dowodowego obejmują:

- ślady na jezdni powstałe od obuwia w chwili potrącenia osoby pieszej;
- ślady na jezdni pochodzące od przemieszczania się osoby pieszej po jezdni po uderzeniu/najechaniu przez samochód;
- ślady na pojeździe powstałe od kontaktu z osobą pieszą, takie jak uszkodzenia elementów nadwozia, ogniska pęknięć przedniej szyby, zagięcia pokrywy komory silnika, słupka lub poszycia dachu od kontaktu z głową pieszego;
- ślady na podszewkach obuwia potrąconej osoby umożliwiające ustalenie kierunku uderzenia przez pojazd;
- ślady na odzieży pieszego;

- obrażenia ciała potrąconej osoby, których autorytatywna analiza może być przeprowadzona tylko przez biegłego medyka.

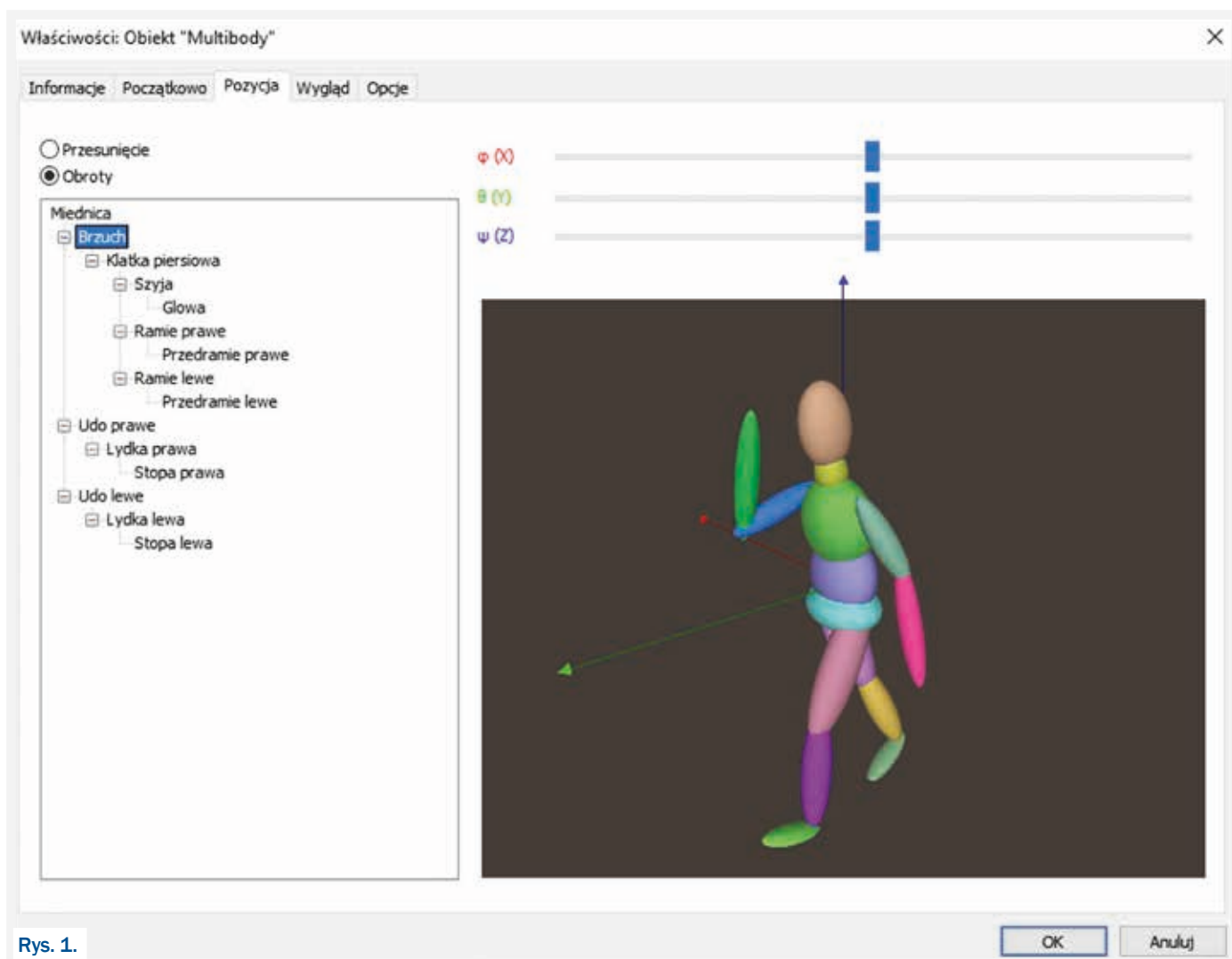
Dostępność wymienionych wyżej śladów jest najczęściej ograniczona. Choć coraz więcej miejsc zdarzeń drogowych jest objętych monitoringiem dróg, obiektów znajdujących się przy drodze lub zarejestrowanych przypadkowo przez rejestratory jazdy zamontowane w pojeździe uczestniczącym w wypadku lub w pojeździe przejeżdżającym przedmiotowym odcinkiem drogi, to jednak bardzo często zachodzi potrzeba zrekonstruowania wypadku na podstawie dostępnych śladów i „narzędzi”. Programy do symulacji zdarzeń drogowych są coraz bardziej rozbudowane, zaawansowane i ich rozwój stanowi naturalny trend w dziedzinie rekonstrukcji wypadków drogowych. Do wykorzystania wspomnianych narzędzi należy jednak podejść w sposób krytyczny, bowiem nie zastąpią one wiedzy oraz „wyczucia inżynierskiego”. Każdy wypadek jest szeregiem zjawisk fizycznych, których prawidłowa identyfikacja i zrozumienie prowadzą do jego poprawnej rekonstrukcji.

Rozwój motoryzacji i systemów wspomaganie kierowcy prowadzi do coraz mniejszej ilości śladów pochodzących

od pojazdu lub śladów trudniej identyfikowalnych. Stąd kryminalistyka ma bardzo duże znaczenie. Aktualnie odczyt danych „cyfrowych” ze sterowników samochodu (ramek zamrożonych) oraz ewentualnie zapisanych danych EDR nie jest standardem działania biegłych badających powypadkowy stan techniczny pojazdów. Charakter i rozmiar uszkodzeń pojazdu bardzo często powodują odstąpienie biegłych od próby odczytu danych „cyfrowych” ze sterowników pojazdu. Standardem powinna być natomiast coraz bardziej rzeczowa i merytoryczna płaszczyzna działania biegłych i argumentowania przez nich swoich racji przed organami procesowymi.

Nowa funkcjonalność programu V-SIM 5 w zakresie ruchu i potrąceń pieszych

Aktualnie dostępna wersja programu V-SIM, oznaczona numerem 5, oferuje nową funkcjonalność związaną z wprowadzonym modelem „multibody”, która pozwala na zasymlowanie potrącenia osoby pieszej. Dodatkowo, w odnie-



Rys. 1.

Rys. 1. Okno dialogowe własności pieszej jako modelu wielobryłowego „multibody” umożliwiające zmianę parametrów domyślnych i ustawienie pozycji i orientacji poszczególnych członów modelu. Źródło: opracowanie własne.

REKONSTRUKCJA WYPADKU Z UDZIAŁEM PIESZEGO

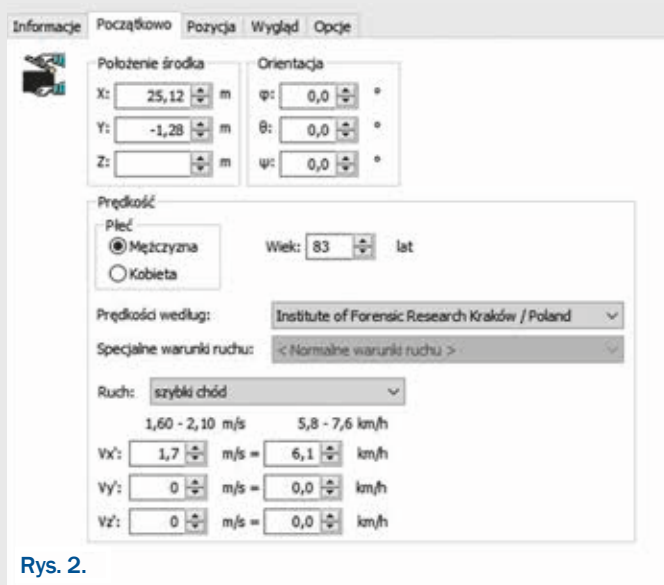
sieniu do poprzedniej wersji programu, wprowadzono takie nowe elementy w zakresie ruchu i potrażeń osób pieszych, jak:

- naturalny ruch osoby pieszej jako obiektu kinematycznego;
- model „multibody” z możliwością zmiany pozycji i orientacji elementów ciała osoby pieszej.

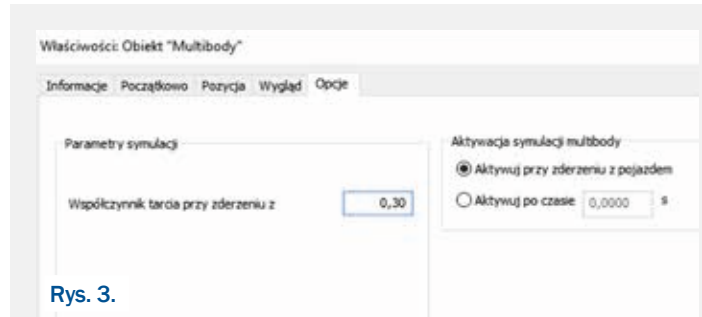
Na rys. 1 przedstawiono okno dialogowe konfigurowania modelu pieszego jako obiektu wielobryłowego. Model ten składa się z 15 elementów, których różne kolory ułatwiają nadzorowanie wprowadzanych parametrów. Korpus ciała osoby składa się z trzech elementów – miednicy, brzucha i klatki piersiowej, a szyja i głowa to kolejne dwa elementy. Kończyny górne złożone są z ramienia i przedramienia, a dolne – z trzech elementów: uda, podudzia i stopy. Każdy z tych członów może być skonfigurowany w zakresie obrotów względem przestrzennego, prostokątnego układu odniesienia.

Program proponuje zaimplementowane domyślne parametry wzrostu i masy osoby pieszej dla 5, 50 i 95-centyloвого mężczyzny i kobiety. Można też wprowadzić własne wartości tych parametrów. W zakładkach obiektu „multibody” można zdefiniować między innymi parametry ogólnego położenia i orientacji pieszego oraz prędkości ruchu. Ułatwieniem są wprowadzone i znane już z poprzednich wersji programu dane literaturowe dotyczące ruchu mężczyzn i kobiet w zależności od ich wieku oraz charakteru ruchu (rys. 2).

Wizualizacja obiektu „multibody” możliwa jest w wariacie różnokolorowym oraz jednolitym, przy czym kolor obiektu może być wybrany przez użytkownika programu. Kolejnym istotnym parametrem możliwym do zmodyfikowania jest wartość domyślnego współczynnika tarcia przy zderzeniu z pojazdem (rys. 3). Standardowo aktywacja modelu „multibody” następuje w chwili zderzenia z pojazdem i jest to domyślna opcja programu. Faktycznie jest ona najbardziej uzasadniona praktycznie. Użytkownik może jednak wybrać chwilę (czas) symulacji, w której ten model się uaktywni.



Rys. 2.



Rys. 3.

Rys. 2, 3. Zakładki okna dialogowego „Właściwości obiektu multibody” w programie V-SIM w wersji 5. Źródło: opracowanie własne.

Wspomniane powyżej możliwości programu, w zakresie parametrów osoby pieszej i jej usytuowania względem potraćającego pojazdu, są bardzo ważne i przy rekonstrukcji konkretnego zdarzenia drogowego powinny być prawidłowo przyjęte. W przypadku braku informacji pozwalających na należyte ich określenie pozostaje określenie zakresu możliwych wyników symulacji przy technicznie prawdopodobnych i możliwych do rzeczowego uzasadnienia warunkach początkowych. W dalszej części artykułu przedstawiono przykład potrącenia osoby pieszej z analizą między innymi wrażliwości wyników symulacji wykonanych w programie V-SIM na warunki początkowe i w kontekście „klasycznych” metod rekonstrukcji tego typu wypadków.

Rekonstrukcja przebiegu wypadku z udziałem pieszego

Przedstawiony poniżej przykład zdarzenia drogowego z udziałem pieszego jest o tyle interesujący, że mimo braku śladów hamowania samochodu, który uderzył w pieszego, znane jest miejsce jego zatrzymania i dostępny jest monitoring obiektu znajdującego się przy drodze, który umożliwia ustalenie przybliżonego miejsca potrącenia pieszego względem długości i szerokości jezdni oraz jego usytuowania względem uderzającego samochodu. Okoliczności zdarzenia, wynikające z materiału procesowego, były następujące:

- nietrzeźwy pieszy przekraczał jezdnię z lewej strony na prawą, patrząc zgodnie z kierunkiem jazdy samochodu Renault Clio i poruszał się skośnie w odniesieniu do kierunku prostopadłego do osi jezdni; ten skośny kierunek ruchu sprawiał, że szedł częściowo w kierunku nadjeżdżającego samochodu; w pobliżu nie było wyznaczonego przejścia dla pieszych;
- w czasie zdarzenia występowały opady deszczu i pieszy niósł rozłożony parasol;
- opinia biegłego medyka wskazywała na uderzenie samochodu zasadniczo w prawy bok ciała pieszego;
- nagranie monitoringu oraz materiał osobowy akt sprawy uprawdopodobniały poruszanie się pieszego szybkim krokiem;
- po zdarzeniu, na mokrej nawierzchni jezdni i podczas opadów deszczu, nie zostały ujawnione ślady hamowania samochodu (wyposażonego w system ABS);

- znana była m.in. powypadkowa pozycja samochodu Renault, ale nie wiadomo było, czy kierująca samochodem rozpoczęła hamowanie przed, czy po potrąceniu pieszego;
- zdarzenie miało miejsce w obszarze zabudowanym oraz na odcinku drogi o dopuszczalnej prędkości jazdy ograniczonej do 40 km/h.

Sytuację powypadkową przedstawiono na rys. 4 Podczas oględzin miejsca zdarzenia, poza pozycją samochodu Renault, ujawniono położenie denata, parasola, książki, butów, plamy substancji koloru brązowego i fragmentu protezy stomatologicznej.

Obraz uszkodzeń samochodu Renault Clio pokazano na rys. 5 i 6. Pieszy został uderzony przodem nadwozia, w odległości ok. 0,5–0,6 m na prawo od osi podłużnej samochodu, w rejonie prawego reflektora. W obrębie przedniej szyby powstało ognisko pęknięć z rozerwaniem warstwy klejącej. Uszkodzenia przedniej części nadwozia samochodu – przedniego zderzaka, pokrywy komory silnika – nie były jednak duże.

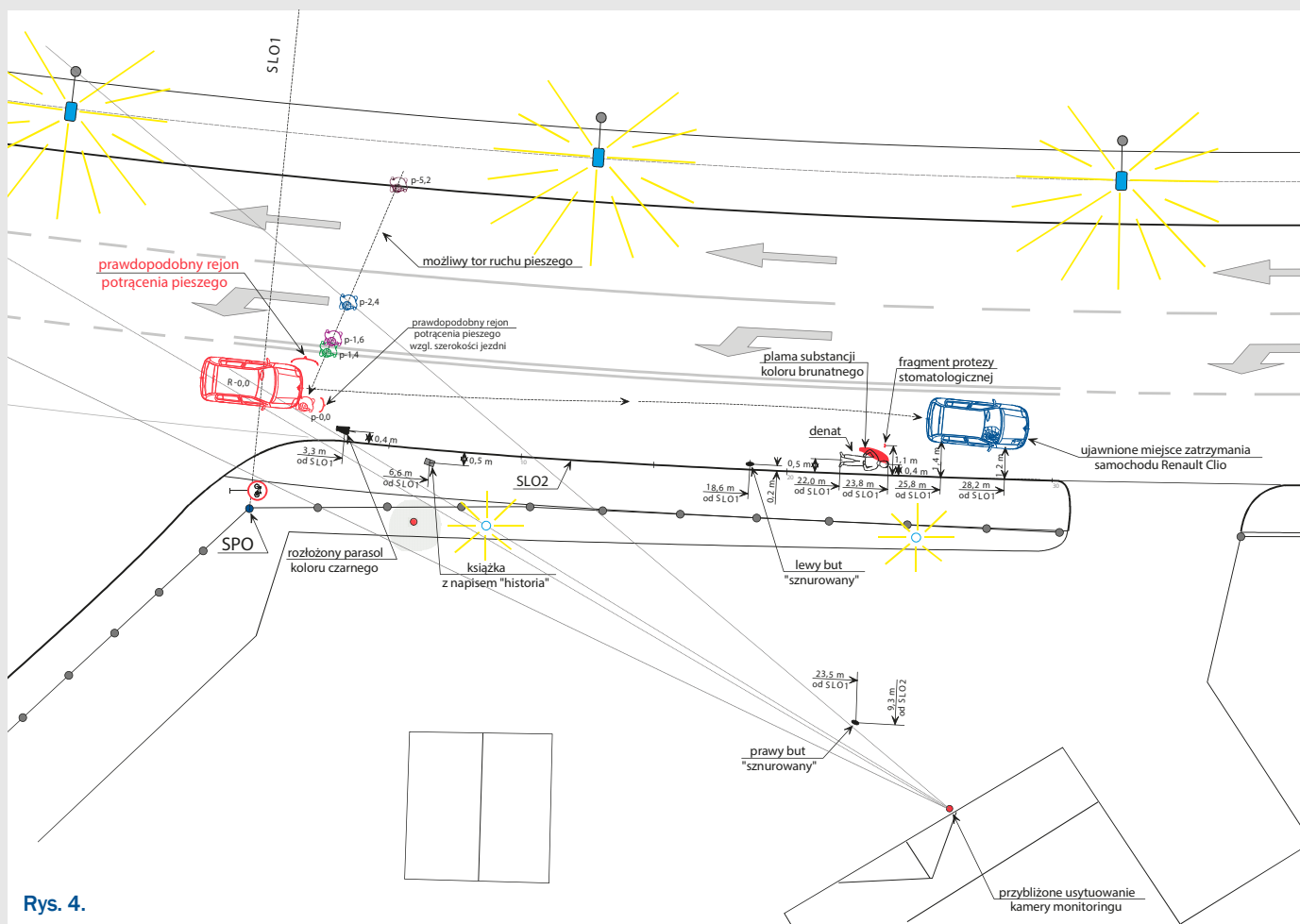
Obraz powypadkowych uszkodzeń samochodu dowodzi, że pieszy swoim ciałem przemieścił się po pokrywie komory silnika i głową oraz górną częścią ciała uderzył w przednią szybę. Na nagraniu monitoringu widoczne jest



Rys. 5.

Rys. 5. Obraz uszkodzeń samochodu Renault. Zdj. z zasobów autora.

podrzucenie pieszego nad pojazd. W efekcie pieszy został odrzucony do przodu i upadł w niewielkiej odległości na prawo od toru ruchu samochodu. Stopklatki z monitoringu przedstawiające pieszego przekraczającego jezdnię, pieszego bezpośrednio przed uderzeniem przez pojazd oraz znajdującego się na pojeździe i podrzuconego ponad pojazd pokazano na rys. 7–11.



Rys. 4.

Rys. 4. Sytuacja powypadkowa z naniesionym prawdopodobnym torem ruchu pieszego i miejscem jego potrącenia. Na rysunku zaznaczono powypadkową pozycję samochodu Renault (sylwetka samochodu w kolorze niebieskim) i położenie śladów ujawnionych przez Policję. Rys. R. Janczur.

REKONSTRUKCJA WYPADKU Z UDZIAŁEM PIESZEGO



Rys. 6.

Rys. 6. Uszkodzenie szyby czołowej samochodu Renault. Zdjęcie z zasobów autora.

Rekonstrukcja przebiegu wypadku pozwoliła na ustalenie [3, 4]:

- miejsca potrącenia pieszego względem długości i szerokości jezdni, przy czym w tym aspekcie, poza nagraniem monitoringu i położeniem „punktów odniesienia” względem kamery [2], uwzględniono także położenie takich śladów, jak parasola i książki; tor jazdy samochodu Renault na szerokości jezdni, udokumentowany monitoringiem, był bardzo zbliżony do sposobu poruszania się innych pojazdów jadących w tym samym kierunku;
- prędkości potrącenia pieszego w zakresie ok. 50–55 km/h, przy czym:
 - z obrazu i rozmiaru uszkodzeń samochodu określono prawdopodobny przedział prędkości kolizyjnej



Rys. 7.



Rys. 8.

Rys. 7, 8. Powiększenie fragmentów stopklatki z monitoringu, przedstawiające pieszego z parasolem przekraczającego jezdnię – pieszego wskazano strzałkami koloru czerwonego. Źródło: opracowanie własne.



Rys. 9.

Rys. 9. Powiększenie fragmentu stopklatki z monitoringu. Strzałką koloru zielonego wskazano lampę w kształcie kuli, znajdującą się na terenie stacji LPG i stanowiącą jeden z „punktów odniesienia”, a strzałką koloru czerwonego – pieszego tuż przed potrąceniem (sylwetka pomiędzy przednimi lampami samochodu Renault). Źródło: opracowanie własne.

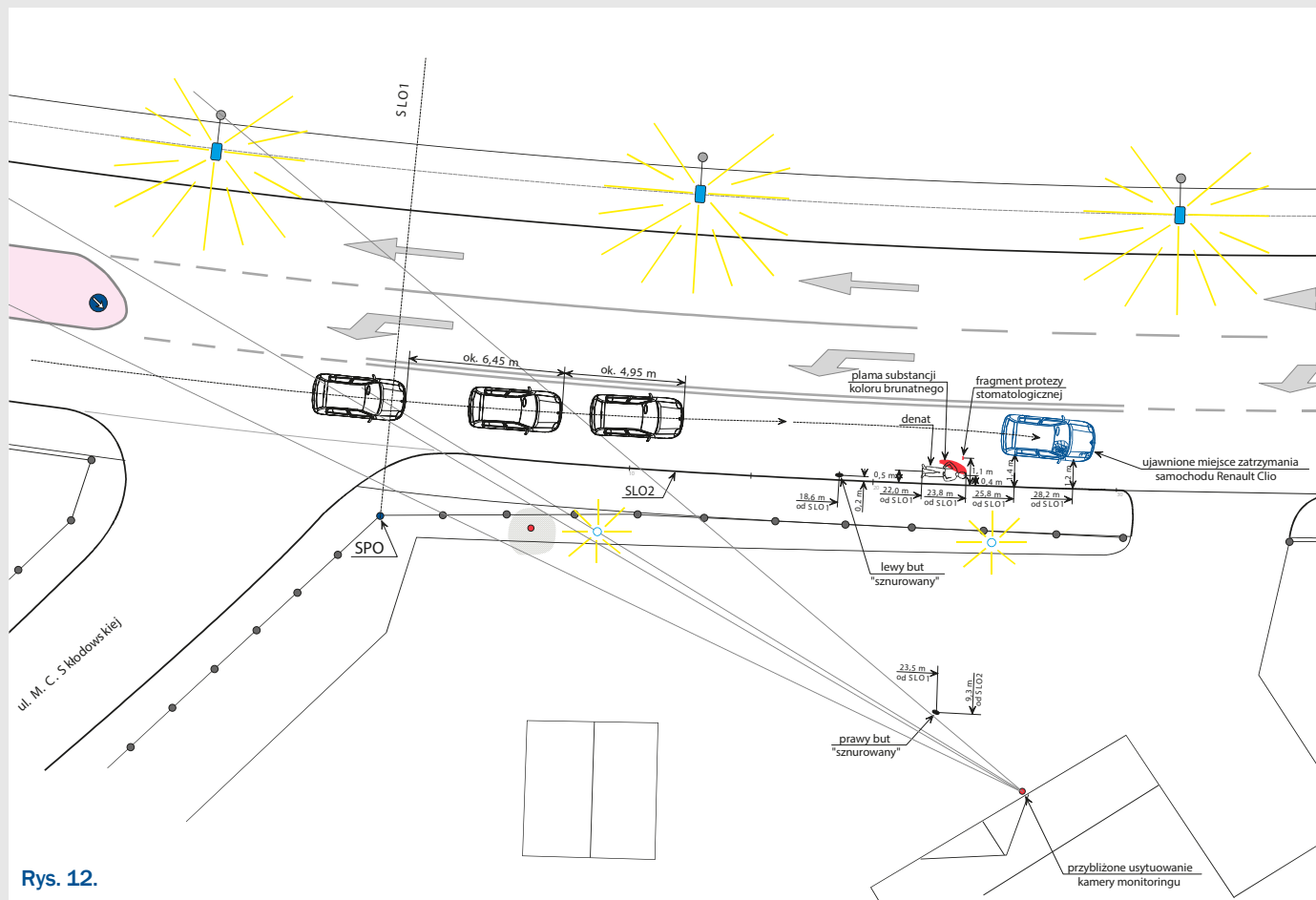


Rys. 10.



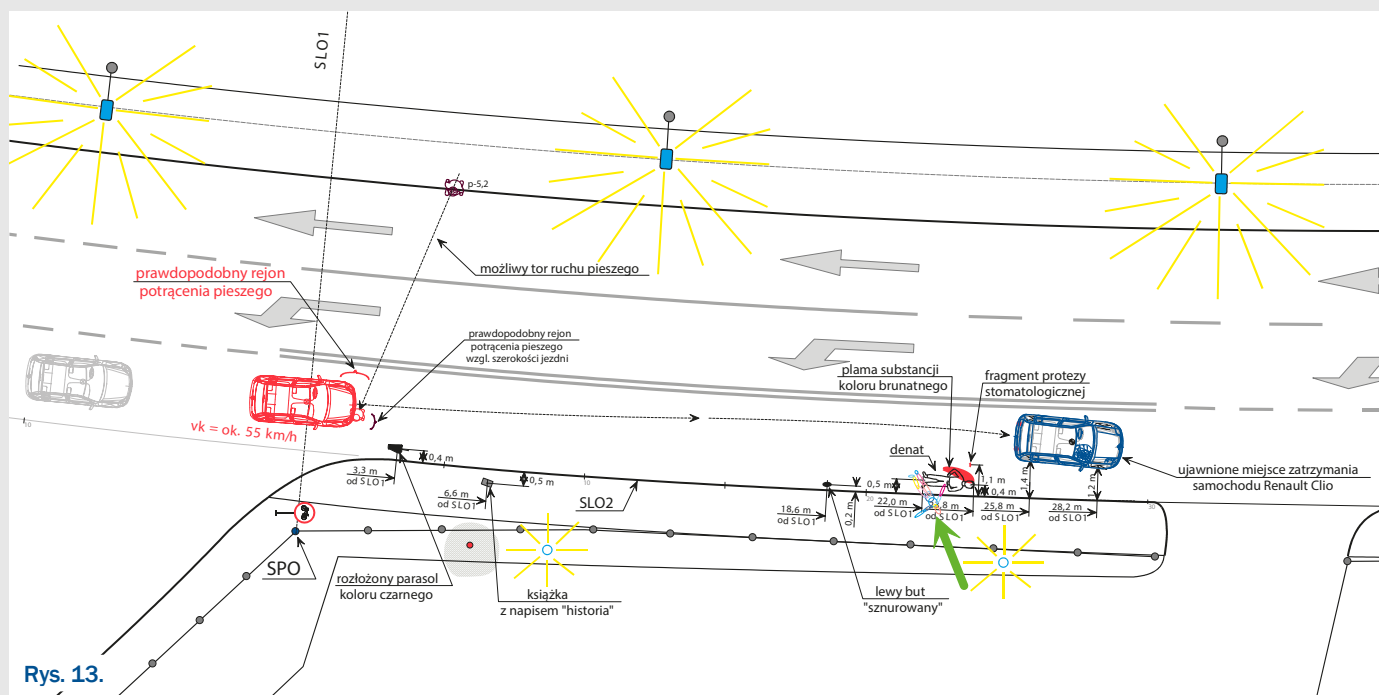
Rys. 11.

Rys. 10, 11. Powiększenie fragmentów stopklatki z monitoringu, przedstawiających pieszego znajdującego się na pojeździe i podrzuconego ponad pojazd – pieszego wskazano strzałkami koloru czerwonego. Źródło: opracowanie własne.



Rys. 12.

Rys. 12. Przybliżona lokalizacja kamery monitoringu obiektu względem drogi oraz odtworzone pozycje pojazdu uczestniczącego w wypadku na podstawie stopklatek. Usytuowanie lamp oświetlenia ulicznego, słupków ogrodzenia i kamery monitoringu ustalono przy wykorzystaniu systemu e-Surv. Rys. R. Janczur.

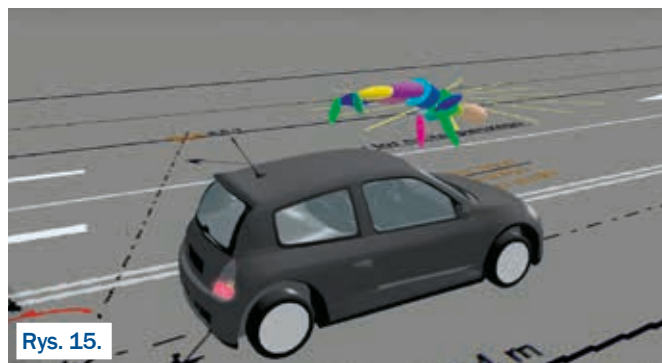
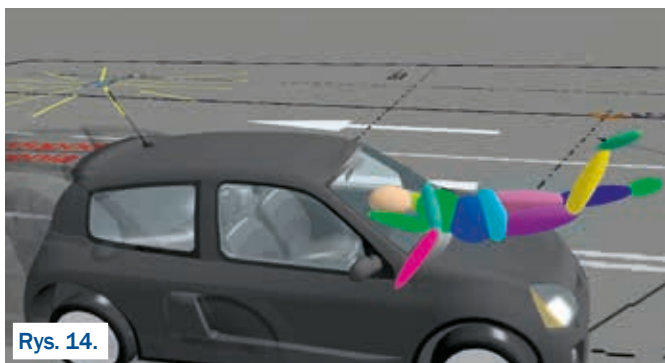


Rys. 13.

Rys. 13. Efekt symulacji potrącenia pieszego wykonanej w programie V-SIM 5 z wykorzystaniem modelu „multibody”. Zieloną strzałką wskazano finalne położenie pieszego uzyskane w symulacji. Rys. R. Janczur.

REKONSTRUKCJA WYPADKU Z UDZIAŁEM PIESZEGO

ok. 50–55 km/h; pieszy miał wzrost ok. 1,7 m i masę ok. 85 kg; w tym aspekcie rekonstrukcji wykorzystano metodę porównawczą, a podobne przypadki uszkodzeń samochodów osobowych tej klasy odnaleziono w katalogu uszkodzeń pojazdów EES dr. G. Melegha, w książce *Wypadki drogowe – Vademecum biegłego sądowego* oraz w bazie Polskiego Stowarzyszenia Biegłych Sądowych do Spraw Wypadków Drogowych; bezpośrednio po wypadku i podczas badań technicznych samochodu nie zidentyfikowano jednoznacznie miejsca pierwotnego uderzenia głowy pieszego w przednią szybę; na pękanej szybie znajdowały się włókna przypominające włosy;



Rys. 14, 15. Fazy przebiegu potrącenia i odrzutu pieszego. Rys. 14. przedstawia chwilę kontaktowania głowy pieszego z przednią szybą samochodu, a rys. 15. – podrzucenie pieszego ponad pojazd. Źródło: opracowanie własne.

- z odległości odrzutu wzdłużnego pieszego – według funkcji regresji opisujących wartości graniczne dla wyników badań Elsholza uzyskano przedział ok. 50–62 km/h; ponieważ dostępny materiał dowodowy nie pozwolił na bezsporne ustalenie, że już w chwili uderzenia w pieszego samochód był hamowany, tę przesłankę potraktowano jako weryfikującą i tylko pomocniczą;
- z nagrania z monitoringu oszacowano prędkość jazdy mogącą dochodzić do 60 km/h; usytuowanie kamery i pozycje samochodu odtworzone na podstawie nagrania pokazano na rys. 12; ze względu na usytuowanie kamery monitoringu względem widocznych punktów odniesienia oraz zmienną liczbę klatek w każdej sekundzie nagrania, tę wartość prędkości potraktowano jako mało precyzyjną [2].

Komputerowa symulacja potrącenia pieszego w programie V-SIM w wersji 5 pozwoliła na uzyskanie efektu jego odrzucenia pokazanego na rys. 13, z finalnym położeniem pieszego w miejscu wskazanym strzałką koloru zielonego. Na rys. 14 i 15 przedstawiono chwilę kontaktowania głowy pieszego z przednią szybą i podrzucenia ponad pojazd. W przedstawionej symulacji prędkość kolizyjna samochodu wynosi ok. 55 km/h, a pozycja kolizyjna pieszego, ustalona na podstawie m.in. nagrania z monitoringu (rys. 9), była skonfigurowana tak, jak to pokazuje rys. 16.

W symulacji uzyskano dobrą zgodność końcowej pozycji pieszego z miejscem, gdzie po wypadku ujawniono denata i plamę substancji koloru brązowego.

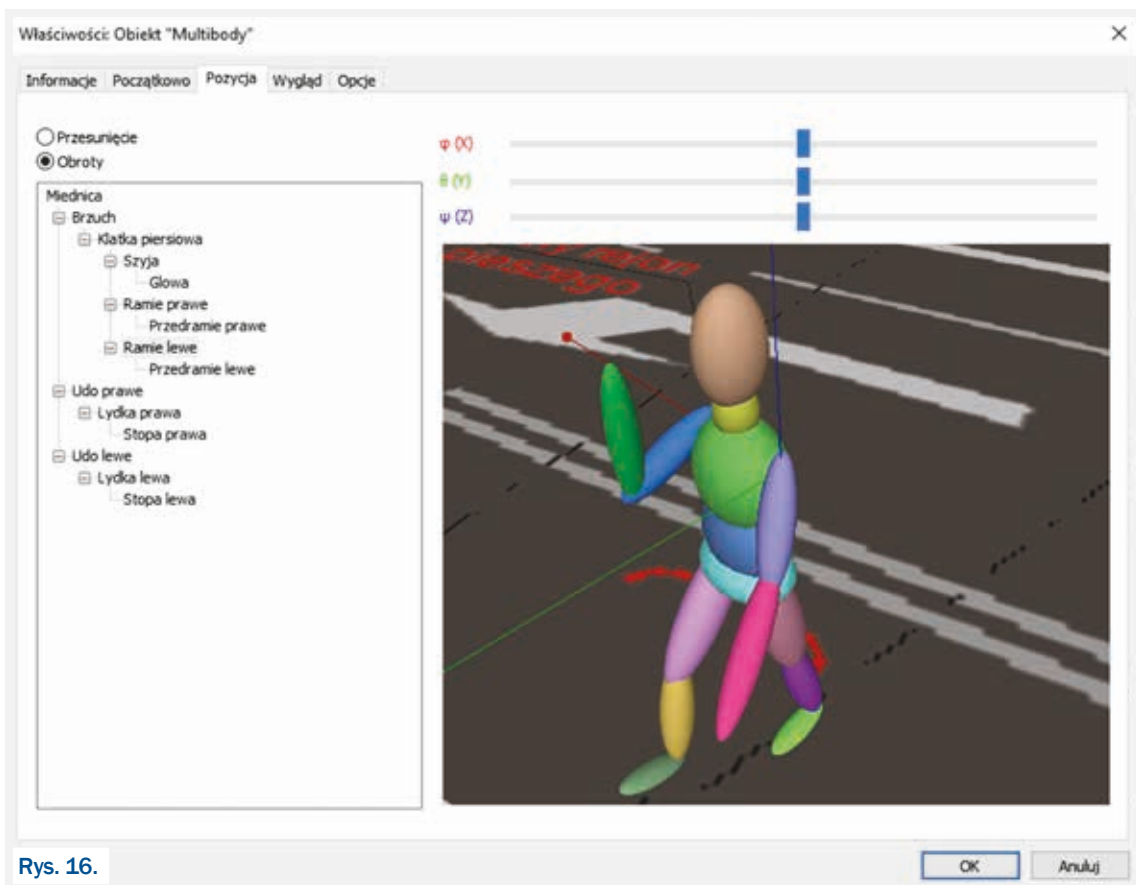
Należy jednak zaznaczyć, że wyniki symulacji pozdenerżeniowego przemieszczania się pieszego są wrażliwe na pozycję kolizyjną pieszego i usytuowanie jego kończyn. Na rys. 16 pokazano pozycję kolizyjną pieszego, przyjętą w symulacji, której efekt przedstawia rys. 13. Zmiana położenia kończyn pieszego, na przykład do wariantu pokazanego na rys. 17, skutkuje innym finalnym położeniem pieszego w symulacji, przedstawionym na rys. 18. Przedstawiony przykład wykorzystania modelu „multibody”, jako nowej funkcjonalności programu V-SIM umożliwiającej symulację potrącenia pieszych, wykazał poprawne działanie modelu [1]. Dalsza walidacja wielobryłowego modelu człowieka, poprzez analizę wyników symulacji w konfrontacji z dobrze udokumentowanymi

zdarzeniami drogowymi, z monitoringu dróg, obiektów lub nagrania z rejestratorów samochodowych, jest uzasadniona [2].

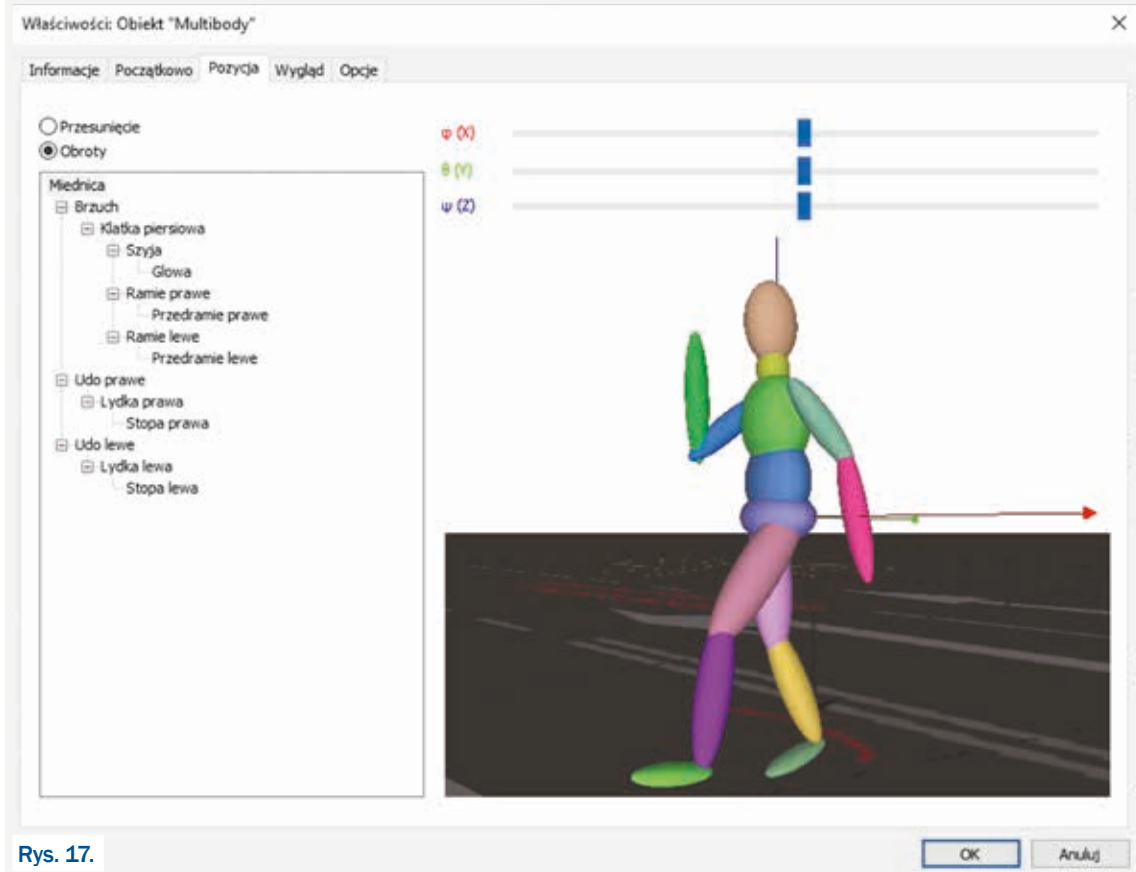
Stosowanie modelu „multibody” w symulacjach potrącenia osób pieszych wymaga precyzyjnego ustalenia pozycji pieszego względem uderzającego samochodu. Ten wymóg silnie akcentuje konieczność profesjonalnego podejścia do ujawniania, dokumentowania i analizy śladów kryminalistycznych związanych z wypadkami typu pojazd – pieszy [4]. Prawidłowy efekt symulacji potrącenia pieszych uwarunkowany jest także wykorzystaniem sylwetek pojazdów 3D jak najbardziej zbliżonych do rzeczywistych.

W kontekście aktualnie dostępnej wersji programu V-SIM 5.0.37 kolejnymi etapami rozwoju tego programu powinny być:

- wprowadzenie kinematyki ruchu osoby pieszej jako modelu „multibody” przed potrąceniem, z możliwością uzyskania zakładanej i skonfigurowanej pozycji pieszego względem uderzającego pojazdu;
- przemieszczanie się odrzuconej przez pojazd osoby po powierzchniach o różnych parametrach i różnej geometrii drogi (problem krawężników, rowów, wartości tarcia na różnych powierzchniach itp.);
- oddziaływanie pieszego jako modelu „multibody” na parametry ruchu samochodu;
- wpływ deformacji nadwozia i przedniej szyby na efekt odrzutu; ma to szczególne znaczenie przy dużych prędkościach uderzenia niechronionego uczestnika ruchu, odkształcenia i przerwania ciągłości szyby warstwowo-



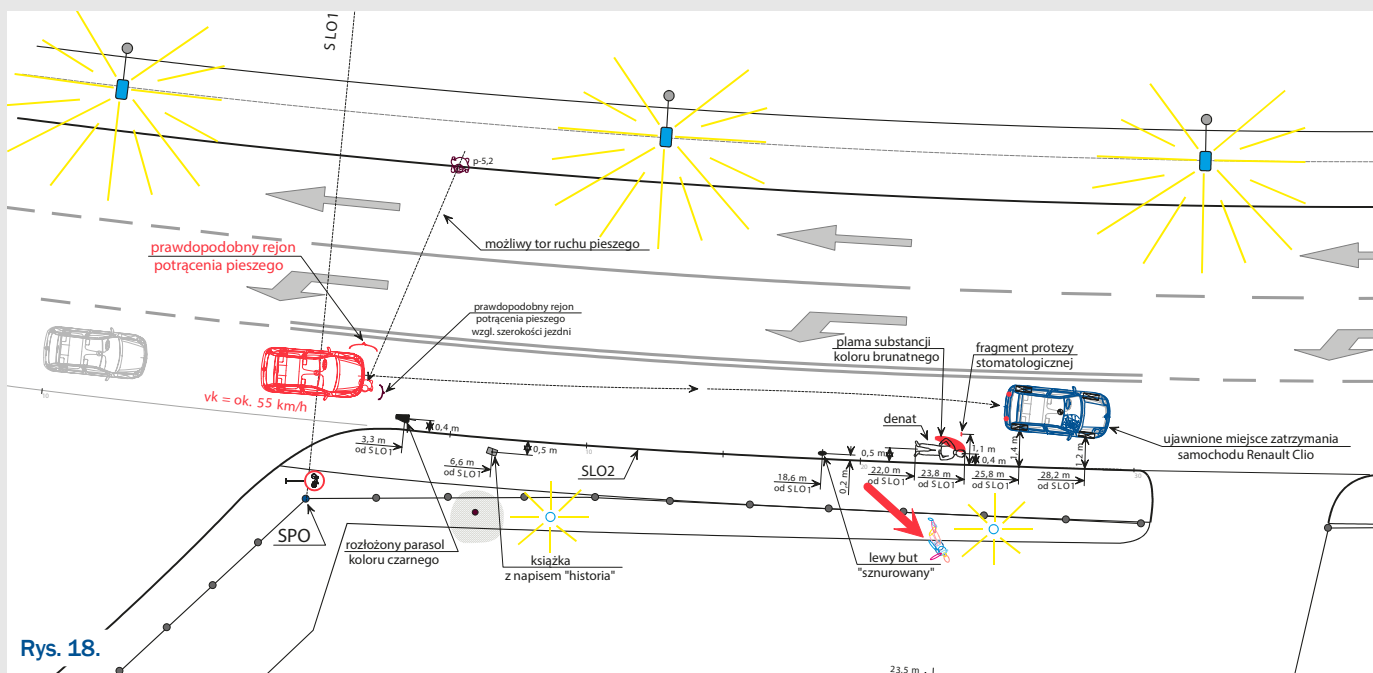
Rys. 16.



Rys. 17.

Rys. 16, 17. Wariantowe konfiguracje pieszego jako obiektu „multibody”. Rys. 16 przedstawia pozycję kolizyjną pieszego, której efektem jest symulacja pokazana na rys. 13, a na rys. 17 pieszego, który w symulacji uzyskał końcowe położenie pokazane na rys. 18. Źródło: opracowanie własne.

REKONSTRUKCJA WYPADKU Z UDZIAŁEM PIESZEGO



Rys. 18. Efekt symulacji potrącenia pieszego w programie V-SIM 5 z wykorzystaniem modelu „multibody”, przy wariantowej konfiguracji ułożenia kończyn. Finalne położenie pieszego uzyskane w symulacji wskazano strzałką koloru czerwonego. Rys. R. Janczur.

wej oraz możliwości „klinowania” się ciała pieszego w tak rozerwanej szybie;

- możliwość wizualizacji pozycji pośrednich sylwetki „multibody”, zarówno przed uderzeniem przez pojazd, jak i po uderzeniu;
- dalsza walidacja modelu, między innymi w zakresie współczynnika tarcia pomiędzy odzieżą pieszego a nadwoziem pojazdu i jezdnią.

Podsumowanie

W artykule przedstawiono spostrzeżenia wynikające z wykorzystania nowej wersji programu V-SIM, a w szczególności jego nowej funkcjonalności w zakresie symulacji uderzenia samochodu osobowego w pieszego jako obiekt wielobryłowy „multibody”. W zaprezentowanym przykładzie wypadku drogowego, polegającego na potrąceniu pieszego przez samochód Renault Clio, uzyskano dobrą zgodność zasymulowanego przemieszczania się osoby pieszej po nadwoziu samochodu i odrzutu wzdłużnego. Przeprowadzone symulacje wykazały występowanie „wrażliwości” uzyskiwanych wyników na dane wejściowe w postaci między innymi pozycji pieszego w chwili uderzenia. Ten efekt wymaga precyzyjnego ustalania pozycji osoby pieszej względem uderzającego samochodu na podstawie wszelkich możliwych przesłanek technicznych i śladów kryminalistycznych z miejsca zdarzenia. Istotny wpływ na efekt symulacji ma również kształt nadwozia pojazdu.

W podsumowaniu rekonstrukcji przebiegu wypadku z udziałem pieszego zamieszczono spostrzeżenia dotyczące oczekiwanych dalszych kierunków rozwoju programu V-SIM w zakresie symulacji zdarzeń drogowych typu „pojazd – pieszy” z wykorzystaniem modelu wielobryłowego.

Bibliografia

1. Bułka D., *Lista nowych funkcjonalności V-SIM 5.0 – model multibody*, materiały niepublikowane firmy CYBID.
2. Janczur R., Zawaleń J., *Rekonstrukcja zdarzeń drogowych z wykorzystaniem monitoringu obiektów i dróg*, „Kwartalnik Policyjny” 2019, nr 4.
3. Praca zbiorowa, *Wypadki drogowe – Vademecum biegłego sądowego*, wyd. 2., Wydawnictwo IES, Kraków 2006.
4. Zawaleń J., *Wybrane aspekty analizy śladów na miejscu zdarzenia drogowego i ich znaczenie w rekonstrukcji wypadku*, „Kwartalnik Policyjny” 2017, nr 1.

Summary

Reconstruction and analysis of an accident involving a pedestrian with the use of the V-SIM 5.0 program

In the article there was presented a new functionality of the V-SIM 5.0 program in the scope of possibility of using it in the reconstruction of a traffic accident involving a pedestrian. This reconstruction requires more precise determining of a pedestrian position at the moment of impact by a vehicle than in the case of using empirical relationships between the longitudinal recoil or sliding distance of a pedestrian and the speed of striking. Attention was paid to the importance of revealing all traces on a vehicle and on pedestrian's clothes as well as to the use of specialist knowledge of legal experts in the field of medicine. The pedestrian model used in the V-SIM program and called "multibody", the parameterization of which includes i.e. the choice of placement and orientation of limbs as well as the possibility of using actual silhouettes of 3D vehicles, has a fundamental influence on the simulation effect of striking a pedestrian and his or her post-impact reposition. On the example of a well-documented traffic incident involving a pedestrian, there were presented analyses of the mechanism of simulation process and the sensitivity of simulation results, i.e. related to the specific instance of entry in the form of pedestrian position and location of his or her lower and upper limbs. In the summary, there were indicated the aspects of proper preparation of the simulation in the V-SIM 5.0 program leading to the acquisition of reliable results.

Tłumaczenie: Katarzyna Olbryś