



**Robert
Janczur**



**Jolanta
Zawaleń**

Rekonstrukcja i analiza przebiegu wypadku z udziałem pieszego przy wykorzystaniu programu V-SIM 5.0 – przykłady

Streszczenie

W artykule przedstawiono nową funkcjonalność programu V-SIM w wersji 5 i zwrócono uwagę na konieczność ujawniania wszelkich śladów na pojeździe i odzieży pieszego oraz wykorzystywania specjalistycznej wiedzy medyków sądowych, w celu jak najbardziej precyzyjnego ustalania pozycji pieszego w chwili uderzenia przez pojazd. Konfiguracja pozycji pieszego w modelu wielobryłowym zaimplementowanym w programie V-SIM oraz rzeczywiste sylwetki pojazdów 3D, mają fundamentalny wpływ na efekt symulacji potrącenia pieszego i jego pozderzeniowego przemieszczania się. Na przykładzie dwóch, dobrze udokumentowanych zdarzeń drogowych z udziałem osób pieszych, przedstawiono analizę symulacji i wrażliwości jej wyników na dane wejściowe pozycji pieszego oraz usytuowania jego kończyn dolnych i górnych. W podsumowaniu zwrócono uwagę na elementy prawidłowego przygotowania symulacji w programie V-SIM 5.0, prowadzące do uzyskania miarodajnych wyników.

Słowa kluczowe

V-SIM, obiekt wielobryłowy, symulacja, potrącenie pieszego, rekonstrukcja wypadku.

Otrzymano 9 lipca 2022 r., zatwierdzono do druku 19 października 2022 r.

DOI: 10.4467/15053520PnD.22.010.16959

1. Wprowadzenie

W przypadku rekonstrukcji i analizy zdarzeń drogowych z udziałem osób pieszych, bardzo często spotykamy się z małą ilością śladów substancjalnych. Takie sytuacje dotyczą wypadków drogowych nieobjętych monitoringiem, zaistniałych w warunkach mokrej jezdni, na której nie zostają ujawnione ślady hamowania samochodu, a tym bardziej ślady bezpośrednio identyfikujące miejsce potrącenia osoby pieszej oraz zdarzenia, w których ślady są przemieszczane przez osoby

Dr inż. Robert Janczur, prof. PK, Politechnika Krakowska, Katedra Pojazdów Samochodowych, ORCID: 0000-0003-2091-9025, podkom. Jolanta Zawaleń, Centrum Szkolenia Policji, Zakład Szkoleń Specjalnych, Legionowo.

postronne przed rozpoczęciem oględzin miejsca zdarzenia [2]. Rzeczowy materiał dowodowy może obejmować [3, 4]:

- ślady na jezdni powstałe od obuwia w chwili potrącenia osoby pieszej,
- ślady na jezdni pochodzące od przemieszczania się osoby pieszej po jezdni po uderzeniu/najechnaniu przez pojazd,
- ślady na pojeździe powstałe od kontaktu z pieszym, takie jak uszkodzenia elementów nadwozia, w szczególności: odkształcenie pokrywy komory silnika, słupka lub poszycia dachu od kontaktu z głową, ognisko pęknięć przedniej szyby,
- ślady na podszewkach obuwia potrąconej osoby pieszej, umożliwiające ustalenie kierunku uderzenia przez pojazd,
- ślady na odzieży niechronionego uczestnika ruchu drogowego,
- obrażenia ciała, których autorytatywna analiza może być przeprowadzona tylko przez biegłego medyka.

Dostępność powyższych śladów jest najczęściej ograniczona. Choć coraz więcej miejsc zdarzeń drogowych objętych jest monitoringiem dróg, monitoringiem obiektów znajdujących się przy drodze lub przypadkowo zarejestrowanych przez rejestratory jazdy w pojeździe uczestniczącym w wypadku lub w pojazdach uczestniczących w ruchu, to jednak bardzo często zachodzi potrzeba zrekonstruowania wypadku na podstawie dostępnych śladów i narzędzi. Programy do symulacji zdarzeń drogowych są coraz bardziej zaawansowane i ich rozwój stanowi nadzieję ekspertów z dziedziny rekonstrukcji wypadków drogowych [1]. Stosowanie tych narzędzi musi być jednak krytyczne i nie zastąpi wiedzy oraz tzw. wycucia inżynierskiego, bazującego na fizyce zjawisk.

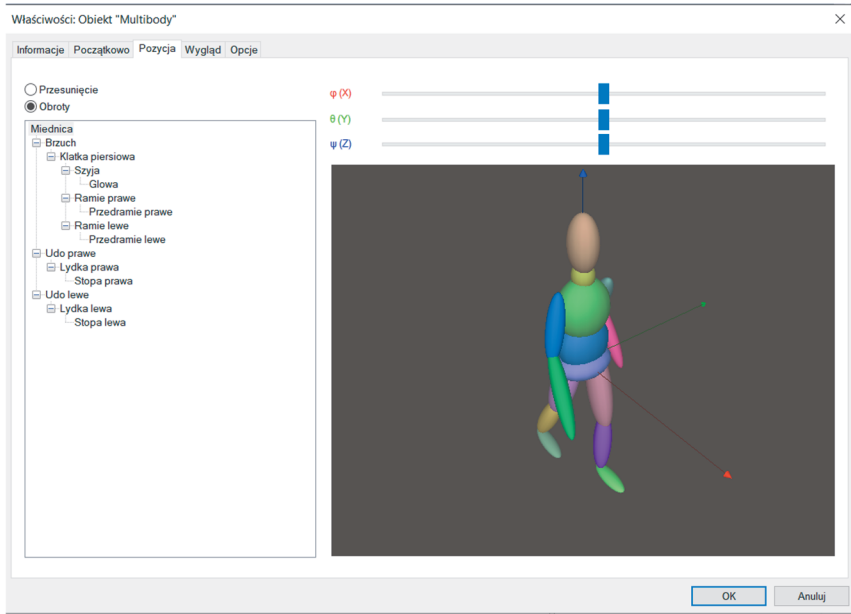
W kontekście zdarzeń drogowych wraz z malejącą ilością śladów pochodzących od pojazdu, należy zwiększać nacisk na szczegółowość czynności oględzin na miejscu zdarzenia [4]. Ślady kół pojazdów są rzadziej ujawniane ze względu na rozwój systemów bezpieczeństwa czynnego, a charakter śladów fizykalnych wynikających z potrącenia osoby pieszej jest trudniejszy do interpretacji. Aktualnie odczyt danych cyfrowych ze sterowników samochodu i wypadkowych rejestratorów danych, nie jest normą. Standardem powinna być natomiast coraz bardziej rzeczowa i merytoryczna płaszczyzna działania biegłych i prezentowania przez nich swoich ustaleń przed organami procesowymi.

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

Nowa wersja programu V-SIM, oznaczona numerem 5, dostarcza nowych funkcjonalności, spośród których ta związana z modelem wielobryłowym i możliwością symulowania potrącenia osoby pieszej, jest najważniejsza. W stosunku do poprzedniej wersji programu, zostały wprowadzone nowe elementy w zakresie ruchu i potrąceń pieszych [1]:

- naturalny ruch osoby jako obiektu kinematycznego,
- model wielobryłowy z możliwością zmiany pozycji i orientacji jego członów.

Model wielobryłowy człowieka składa się z 15 elementów, których różne kolory ułatwiają obserwację wprowadzanych zmian. Korpus osoby składa się z miednicy, brzucha i klatki piersiowej. Szyja i głowa to kolejne dwa elementy. Kończyny górne złożone są z ramienia i przedramienia, a dolne – z trzech członów: uda, podudzia i stopy. Obiekt wielobryłowy może być indywidualnie skonfigurowany w zakresie obrotów względem przestrzennego, prostokątnego układu odniesienia, w oknie dialogowym programu pokazanym na ryc. 1.

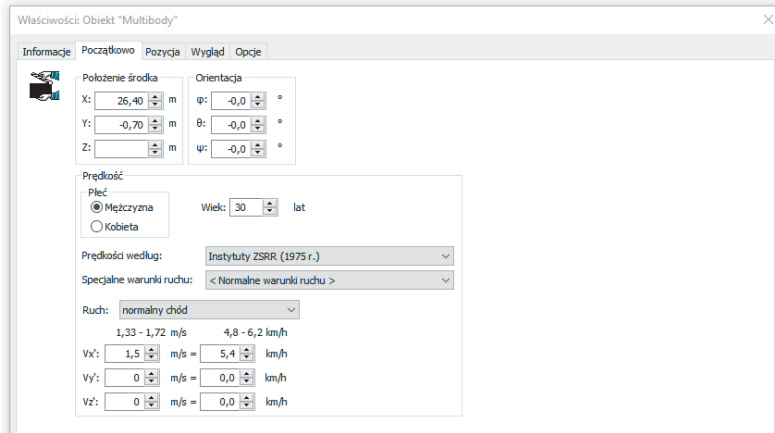


Ryc. 1. Okno dialogowe własności obiektu wielobryłowego, umożliwiające zmianę parametrów domyślnych i ustawienie orientacji poszczególnych członów modelu.

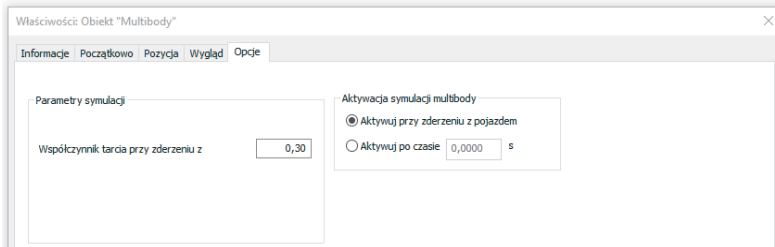
Program proponuje domyślne parametry wzrostu i masy osoby pieszej dla 5, 50 i 95 centylowego mężczyzny i kobiety, ale można też wprowadzić indywidualne wartości tych parametrów. W kolejnych zakładkach obiektu definiujemy między innymi parametry ogólnego położenia i orientacji obiektu oraz prędkości ruchu. Pomocne są w tym wprowadzone i znane z poprzednich wersji programu, literaturowe dane odnoszące się do ruchu mężczyzn i kobiet w zależności od wieku oraz charakteru ruchu (ryc. 2).

Poza wizualizacją obiektu wielobryłowego w wariacie różnokolorowym oraz jednolitym, w kolorze wybranym przez użytkownika programu, możliwe jest zmodyfikowanie wartości domyślnej współczynnika tarcia przy zderzeniu z pojazdem (ryc. 3). Domyślnie proponowana w programie aktywacja modelu wielobryłowego

w chwili zderzenia z pojazdem jest najbardziej uzasadniona praktycznie, choć użytkownik może także wybrać chwilę (czas) symulacji, w której ten model stanie się aktywny.



Ryc. 2. Zakładka okna dialogowego „początkowo” do wprowadzania w programie V-SIM 5 danych wejściowych obiektu wielobryłowego.



Ryc. 3. Zakładka okna dialogowego „Opcje” do wprowadzania w programie V-SIM 5 parametrów symulacji.

Wspomniane powyżej opcje programu, w zakresie parametrów pieszego i jego usytuowania względem uderzającego pojazdu, są bardzo ważne i w kontekście konkretnego przypadku rekonstrukcyjnego, powinny być właściwie przyjęte. W przypadku braku informacji umożliwiających należyte ich zdefiniowanie, pozostaje określenie zakresu możliwych wyników symulacji przy realnych i możliwych do uzasadnienia warunkach początkowych.

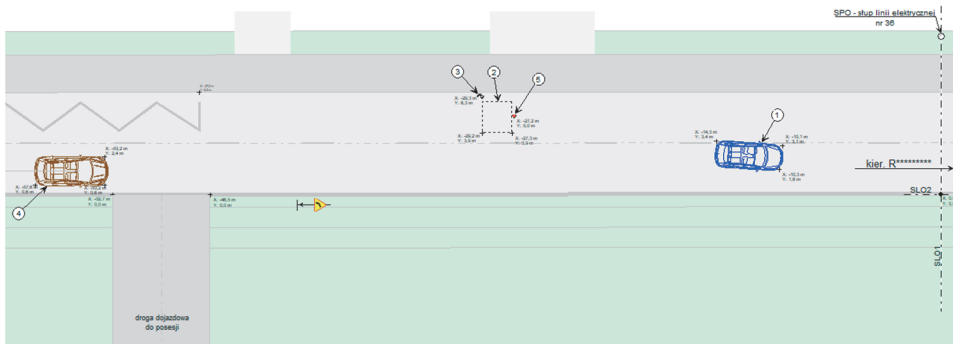
W dalszej części opracowania zamieszczono przykłady potrażeń osób pieszych z analizą wyników symulacji wykonanych w programie V-SIM, w kontekście klasycznych metod rekonstrukcji tego typu zdarzeń drogowych.

3. Przykład I

Ten przykład zdarzenia drogowego z udziałem niechronionego uczestnika ruchu drogowego jest o tyle interesujący, że pomimo braku śladów hamowania samochodu, który uderzył w pieszego i jego zatrzymania w znacznej odległości od miejsca potrącenia, wystąpiły przesłanki techniczne umożliwiające zrekonstruowanie i doprecyzowanie niektórych aspektów potrącenia. Okoliczności zdarzenia, wynikające z materiału procesowego, były następujące:

- pieszy wszedł na tor jazdy samochodu Skoda Rapid z prawej strony i poruszał się prostopadłe lub niemal prostopadłe do osi jezdni,
- przed potrąceniem pieszego przez hamowany samochód Skoda, w tył tego samochodu uderzyła Mazda CX7,
- po zdarzeniu nie zostały ujawnione ślady hamowania pojazdów (asfaltowa nawierzchnia jezdni była sucha i samochody wyposażone były w system ABS),
- znane były m.in. powypadkowe pozycje pojazdów – samochody nie były przemieszczane przez kierowców przed rozpoczęciem oględzin,
- zdarzenie miało miejsce w obszarze zabudowanym, na odcinku drogi o dopuszczalnej prędkości jazdy zwiększonej do 70 km/h.

Sytuację powypadkową przedstawiono na ryc. 4. Podczas oględzin miejsca zdarzenia, poza pozycjami samochodów Mazda (pojazd ozn. nr. 4 w kolorze brązowym) i Skoda (pojazd ozn. nr. 1 w kolorze niebieskim), ujawniono miejsce, w którym załoga pogotowia ratunkowego udzielała mężczyźnie pomocy medycznej i w którym znajdowała się odzież pieszego (2), położenie pary obuwia roboczego (3) oraz plamy barwy brunatnej (5).



Ryc. 4. Sytuacja powypadkowa. Na rysunku zaznaczono pozycje pojazdów i położenie śladów ujawnionych przez Policję.

Na ryc. 5 i 6 pokazano obraz uszkodzeń przodu samochodu Mazda oraz uszkodzenia tyłu samochodu Skoda, które były efektem zderzenia się tych samochodów przed potrąceniem pieszego.



Ryc. 5. Uszkodzenia przodu nadwozia samochodu Mazda CX7, wynikające z uderzenia w tył poprzedzającego samochodu Skoda Rapid.



Ryc. 6. Uszkodzenia tyłu nadwozia samochodu Skoda Rapid.

Na podstawie zakresu uszkodzeń samochodów Mazda i Skoda, względną prędkość ich zderzenia można szacować na ok. 15–20 km/h.

Uszkodzenia przodu samochodu Skoda, będące skutkiem uderzenia w piesze, przedstawiono na ryc. 7. Pieszy miał wzrost 170 cm i masę ciała ok. 65 kg.





Ryc. 7. Uszkodzenia przodu nadwozia samochodu Skoda Rapid, będące skutkiem potrącenia pieszego.

W wyniku potrącenia pieszego został odrzucony skośnie w lewo i w efekcie leżał na lewym pasie ruchu. Podczas przemieszczania się po pierwotnym uderzeniu, spowodował także naniesienia substancji na powłokę lakierową lewej krawędzi dachu nad drzwiami kierowcy, w miejscu wskazanym na ryc. 8 elipsą koloru zielonego.



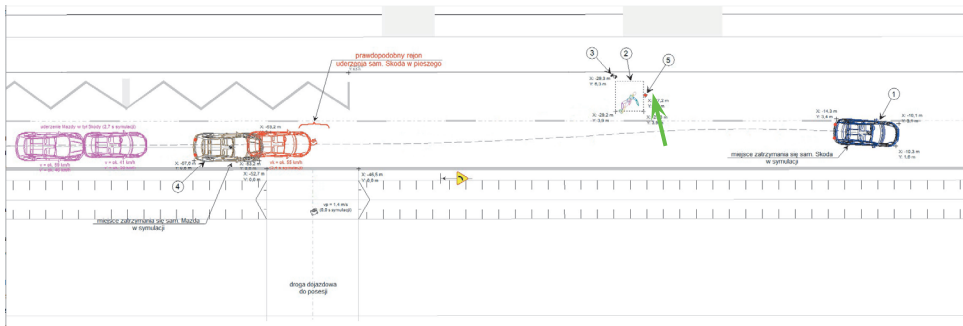
Ryc. 8. Lokalizacja śladu naniesienia substancji na powłokę lakierową na nadwoziu Skody.

Rekonstrukcja przebiegu wypadku pozwoliła na ustalenie [3]:

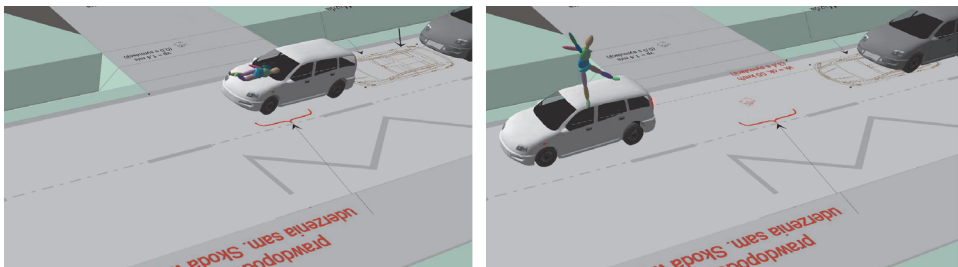
- miejsca potrącenia pieszego względem długości i szerokości jezdni, przy czym z informacji pochodzących z materiału osobowego akt sprawy ustalono zakres realnego toru jazdy Skody względem szerokości jezdni, wynikający z nieco wcześniejszego wymijania się z pojazdami, w tym z samochodem ciężarowym,
- prędkości potrącenia w zakresie 50–60 km/h, przy czym:
 - z odległości odrzutu wzdłużnego pieszego, przy zastosowaniu funkcji regresji opisujących wartości graniczne dla wyników badań Elsholza, uzyskano przedział 50–63 km/h,

- z przyrostu rozwinięcia pieszego na samochodzie (wzrost pieszego ok. 1,7 m, rozwinięcie pieszego na pojeździe 1,95–2,00 m) obliczono najmniejszą prędkość potrącenia 37 km/h,
- z obrazu i rozmiaru uszkodzeń samochodu, przy masie pieszego 65 kg, określono prawdopodobny przedział prędkości kolizyjnej 50–60 km/h. W tym aspekcie rekonstrukcji wykorzystano metodę porównawczą, a podobne przypadki uszkodzeń samochodów osobowych tej klasy odnaleziono w katalogu uszkodzeń pojazdów EES dr G. Melgh'a oraz w bazie Polskiego Stowarzyszenia Biegłych Sądowych do Spraw Wypadków Drogowych.

Komputerowa symulacja potrącenia pieszego wykonana w programie V-SIM pozwoliła na uzyskanie efektów pokazanych na ryc. 9 z finalnym położeniem pieszego (wskazany strzałką koloru zielonego) oraz na ryc. 10, na którym przedstawiono chwilę kontaktu głowy pieszego z przednią szybą i przemieszczenia się pieszego nad lewą krawędzią dachu pojazdu, gdzie powstał ślad naniesienia substancji pochodzący od kontaktu z pieszym.

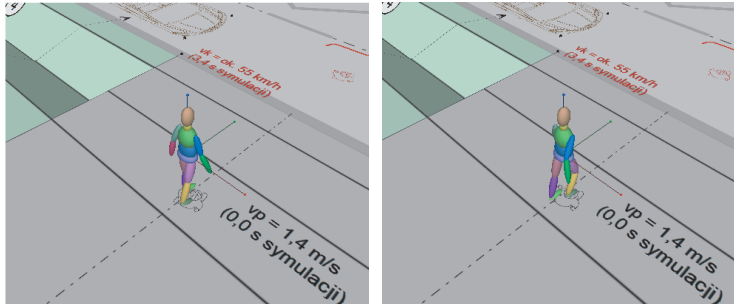


Ryc. 9. Wynik symulacji potrącenia pieszego w programie V-SIM 5 z wykorzystaniem modelu wielobryłowego. Zieloną strzałką wskazano końcowe położenie pieszego uzyskane w symulacji.

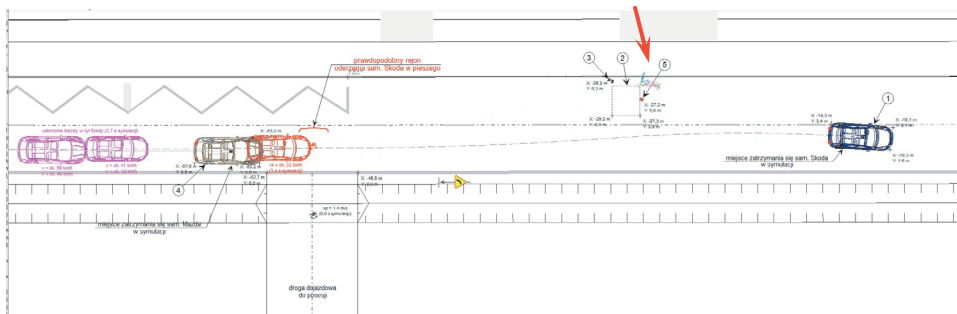


Ryc. 10. Fazy przebiegu potrącenia i odrzutu pieszego. Po lewej kontakt głowy pieszego z przednią szybą, po prawej pozostawienie śladu na dachu pojazdu.

W przedstawionej symulacji prędkość kolizyjna samochodu wynosi ok. 55 km/h. W symulacji uzyskano dobrą zgodność końcowej pozycji pieszego z miejscem, gdzie po wypadku udzielano pomocy pieszemu i gdzie znajdowały się jego ubrania. Należy jednak zaznaczyć, że wyniki symulacji pozderzeniowego przemieszczania się pieszego były wrażliwe na pozycję kolizyjną pieszego i usytuowanie jego kończyn. Na ryc. 11 po lewej pokazano pozycję kolizyjną pieszego, przyjętą w symulacji, której efekt przedstawia ryc. 9. Zmiana położenia kończyn pieszego skutkowało osiągnięciem innego położenia końcowego pieszego (ryc. 12).



Ryc. 11. Wariantowe konfiguracje obiektu wielobryłowego. Po lewej pozycja obiektu, dla której uzyskano wynik symulacji pokazany na ryc. 9, po prawej pozycja obiektu, który w symulacji uzyskał końcowe położenie pokazane na ryc. 12.

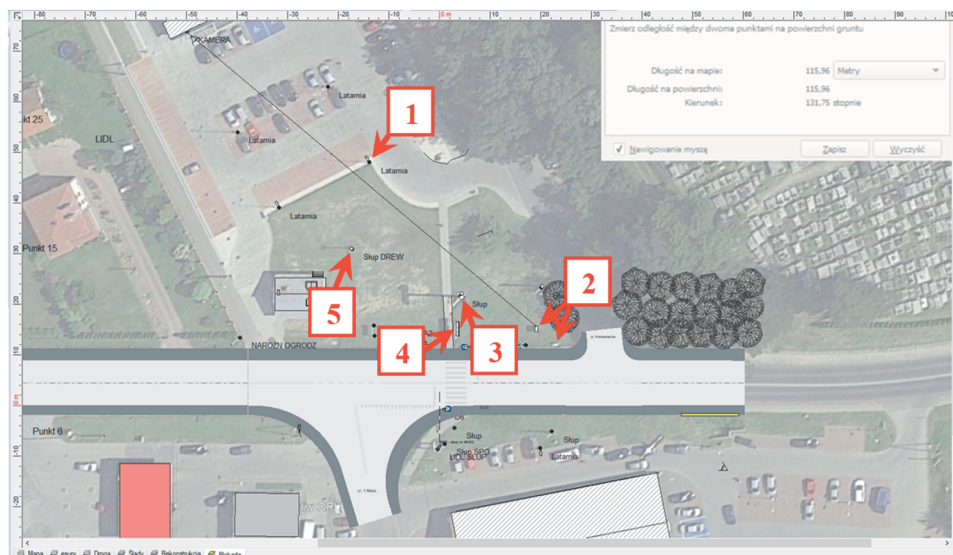


Ryc. 12. Wynik symulacji potrącenia pieszego w programie V-SIM 5 z wykorzystaniem modelu wielobryłowego, przy wariantowej konfiguracji ułożenia kończyn. Końcowe położenie pieszego uzyskane w symulacji wskazano strzałką koloru czerwonego.

4. Przykład II

Drugim przykładem jest zdarzenie drogowe, którego rekonstrukcję w znacznej części można było przeprowadzić na podstawie nagrania z monitoringu obiektu znajdującego się przy drodze. Wykorzystanie monitoringu wymagało precyzyjnego ustalenia położenia kilku elementów odniesienia, takich jak słupy oświetlenia, słupy reklam, itp. [2]. Usytuowanie kamery monitoringu oraz punktów odniesienia

pokazano na ryc. 13, a ich odpowiedniki na stopklatce z nagrania monitoringu w porze dziennej przedstawiono na ryc. 14.



Ryc. 21. Ortofotomapa miejsca zdarzenia z nakładzonym drogą i elementami odniesienia (początkowo numerowanymi od 1 do 5) w programie V-SIM



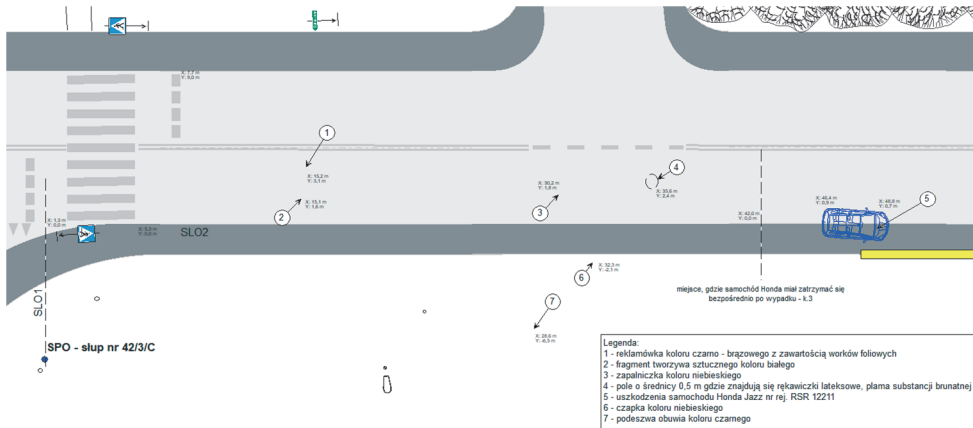
Ryc. 14. Przykładowa stopklatka z kamery monitoringu – nagranie w warunkach dziennych.

Okoliczności zdarzenia, jakie bezspornie można było ustalić na podstawie monitoringu oraz pozostałego materiału dowodowego, były następujące:

- piesza weszła na przejście dla pieszych i na tor jazdy samochodu z lewej strony i poruszała się niemal prostopadłe do osi jezdni,
- w chwili potrącenia pieszej samochód był już hamowany,

- po zdarzeniu nie zostały ujawnione ślady hamowania samochodu (mokra nawierzchnia jezdni, samochód wyposażony w system ABS),
- znane było przybliżone miejsce powypadkowego zatrzymania samochodu (samochód został przemieszczony przez kierowcę przed rozpoczęciem oględzin),
- dostępne nagranie wideo umożliwiło określenie miejsca potrącenia pieszej względem długości jezdni i oszacowanie prędkości kolizyjnej samochodu oraz przedstawiało ruch pieszej po potrąceniu.

Sytuację powypadkową przedstawiono na ryc. 15, a uszkodzenia samochodu Honda, który uderzył w pieszą, na ryc. 16.



Ryc. 15. Sytuacja powypadkowa. Na rysunku zaznaczono pozycję samochodu Honda po jego przemieszczeniu przez kierowcę i położenie śladów ujawnionych przez Policję.

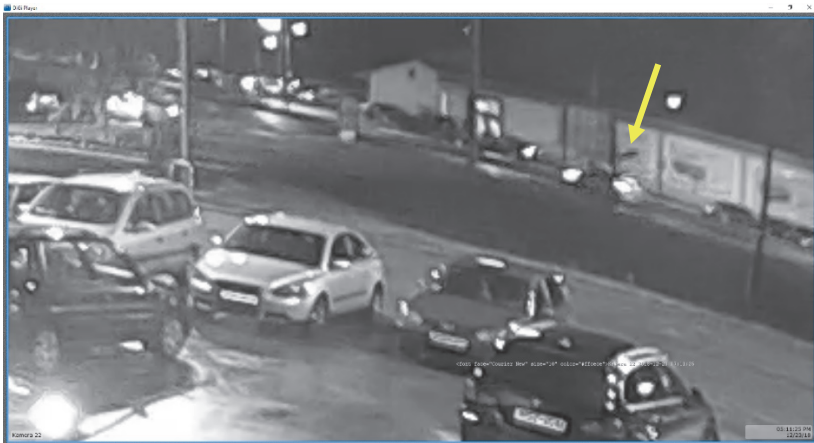


Ryc. 16. Uszkodzenia samochodu Honda Jazz.

Na ryc. 17 i 18 pokazano stopklatki przedstawiające chwilę tuż przed uderzeniem samochodu w pieszą i przemieszczanie się pieszej nad samochodem.



Ryc. 17. Stopklatka przedstawiająca chwilę tuż przed uderzeniem pieszej przez samochód. Pieszka wskazano strzałką koloru żółtego.

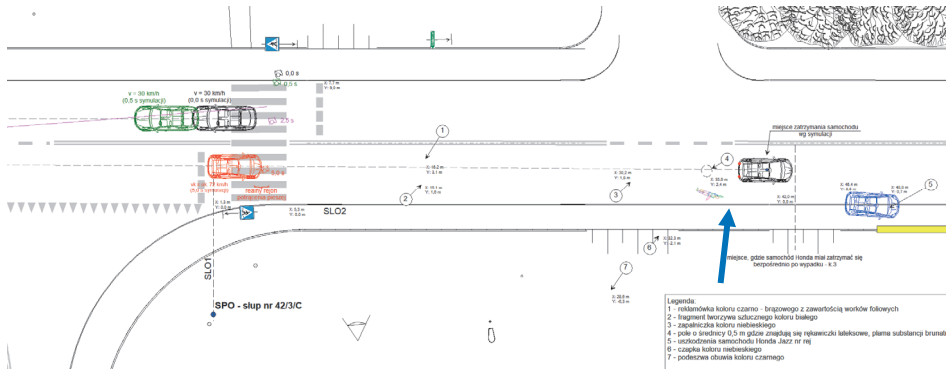


Ryc. 18. Stopklatka przedstawiająca przemieszczanie się pieszej ponad samochodem. Pieszka wskazano strzałką koloru żółtego.

Rekonstrukcja przebiegu zdarzenia, w tym komputerowa symulacja hamowania samochodu Honda do miejsca prawdopodobnego zatrzymania się tuż po zdarzeniu, pozwoliły na ustalenie prędkości kolizyjnej samochodu, która wynosiła ok. 70 km/h lub była nieco większa.

W przedmiotowym przypadku nie była znana faktyczna masa potraconej pieszej i jej wzrost. W związku z tym przyjęto, że piesza miała wzrost 172 cm (z uwzględnieniem obuwia) i masę 68 kg. Efekt symulacji, w postaci miejsca finalnego położenia pieszej w odniesieniu do śladu nr 4, jako pola, w którym znajdowały się rękawiczki lateksowe, plama koloru brunatnego i czarna rękawiczka materiałowa, pokazano na ryc. 19.

W symulacji uzyskano dobrą zgodność powypadkowego położenia pieszej względem długości jezdni, ale w obrębie prawej części pasa ruchu, a nie lewej. W tym przypadku na odległość i kierunek odrzutu mają wpływ takie aspekty przygotowania symulacji, jak konfiguracja pozycji osoby w chwili uderzenia przez pojazd i sylwetka 3D pojazdu (ryc. 20). Podczas symulacji głowa pieszej uderzyła w przednią szybę samochodu w miejscu odpowiadającym lokalizacji udokumentowanych fotograficznie uszkodzeń w postaci ogniska pęknięć i przerwania warstwy klejącej.



Ryc. 19. Wynik symulacji potrącenia pieszej w programie V-SIM 5 z wykorzystaniem modelu wielobryłowego. Końcowe położenie pieszej uzyskane w symulacji wskazano niebieską strzałką.



Ryc. 20. Przyjęta dla potrzeb symulacji pozycja osoby pieszej w chwili potrącenia (po lewej) i chwila uderzenia głowy w przednią szybę pojazdu (po prawej).

Przedstawione przykłady wykorzystania modelu wielobryłowego, jako nowej funkcjonalności programu V-SIM, pozwalającej na symulację potrącenia pieszych, wykazały prawidłowe działanie modelu. Bezspornie potrzebna jest dalsza walidacja modelu, poprzez analizę wyników symulacji w konfrontacji z dobrze udokumentowanymi zdarzeniami drogowymi z monitoringu dróg, obiektów lub nagrania z rejestratorów samochodowych [2].

Stosowanie modelu wielobryłowego wymaga precyzyjnego ustalenia pozycji pieszego względem uderzającego samochodu. Ten wymóg ponownie akcentuje konieczność profesjonalnego podejścia do ujawniania, dokumentowania i analizy śladów kryminalistycznych związanych z wypadkami typu pojazd – pieszy [4]. Prawidłowy efekt symulacji potrącenia uwarunkowany jest wykorzystaniem trójwymiarowych sylwetek pojazdów, jak najbardziej zbliżonych do rzeczywistych.

5. Podsumowanie

W artykule przedstawiono doświadczenia wynikające z wykorzystania nowej funkcjonalności programu V-SIM w wersji 5, w zakresie symulacji uderzenia samochodu osobowego w pieszego, zamodelowanego jako obiekt wielobryłowy. W zaprezentowanych przykładach zdarzeń drogowych uzyskano dobrą zgodność zasymulowanego przemieszczania się osoby pieszej po nadwoziu samochodu i odrzutu wzdłużnego. Przeprowadzone symulacje wskazują na wrażliwość uzyskiwanych wyników na dane wejściowe w postaci pozycji obiektu w chwili uderzenia i kształtu nadwozia pojazdu. Wymaga to precyzyjnego ustalania pozycji osoby pieszej względem uderzającego samochodu na podstawie wszelkich możliwych przesłanek technicznych i śladów kryminalistycznych z miejsca zdarzenia.

W kontekście aktualnie dostępnej wersji programu V-SIM 5.0.37, kolejnymi wyzwaniami Firmy CYBID w zakresie rozwoju program powinny być:

- wprowadzenie kinematyki ruchu osoby pieszej przed potrąceniem także dla modelu wielobryłowego, przy czym rozwiązanie wymaga takie kształtowanie pozycji kolizyjnej pieszego, aby przy przyjętej prędkości ruchu i możliwych zmianach sposobu poruszania się, ta pozycja kolizyjna była osiągnięta,
- przemieszczanie się odrzuconej przez pojazd osoby po powierzchniach o różnej geometrii drogi i parametrach (problem krawężników, wartości tarcia na różnych powierzchniach, itp.),
- oddziaływanie obiektu wielobryłowego na parametry ruchu samochodu,
- wpływ deformacji nadwozia i przedniej szyby na efekt odrzutu, co ma szczególne znaczenie przy dużych prędkościach uderzenia niechronionego uczestnika ruchu drogowego, odkształcenia i przerwania ciągłości szyby warstwowej oraz możliwości „klinowania” się ciała pieszego w tak rozerwanej szybie,
- możliwość wizualizacji pośrednich pozycji obiektu wielobryłowego, tak przed uderzeniem przez pojazd, jak i po tym uderzeniu,
- dalsza walidacja modelu, między innymi w zakresie współczynnika tarcia pomiędzy odzieżą pieszego a nadwoziem pojazdu i jezdnią.

Bibliografia

- [1] Bułka, D. (2021). *Lista nowych funkcjonalności V-SIM 5.0 – model multibody*. Materiały niepublikowane firmy CYBID.
- [2] Janczur, R., Zawaleń, J. (2019). Rekonstrukcja zdarzeń drogowych z wykorzystaniem monitoringu obiektów i dróg. *Kwartalnik Policyjny*, 4, 52–56.
- [3] Wierciński, J., Reza, A. (red.) (2006). *Wypadki drogowe – Vademecum biegłego sądowego*, Kraków: Wydawnictwo Instytutu Ekspertyz Sądowych.
- [4] Zawaleń, J. (2017). Wybrane aspekty analizy śladów na miejscu zdarzenia drogowego i ich znaczenie w rekonstrukcji wypadku. *Kwartalnik Policyjny*, 1, 63–68.

* * *

Reconstruction and analysis of the course of an accident involving a pedestrian using the V-SIM 5.0 software – examples

Abstract

The article presents the new functionality of the V-SIM program in version 5 and emphasizes the need to reveal, in particular, all traces on the vehicle and pedestrian's clothing, and to use the expertise of forensic medics, in order to determine the pedestrian's position as precisely as possible at the time of impact by vehicle. The configuration of the pedestrian position in the "multibody" model implemented in the V-SIM program and the real 3D body model of vehicle have a fundamental impact on the simulation of pedestrian impact and post-impact movement of a pedestrian. On the example of two well-documented road incidents involving pedestrians, the analysis of the mechanism of the simulation course and the sensitivity of the simulation results to a given input in the form of a pedestrian's position and the location of their lower and upper limbs is presented. In the summary, attention was paid to the elements of correct simulation preparation in the V-SIM 5 program, leading to obtaining reliable results.

Key words

V-SIM, MBDF, pedestrian hit simulation, accident reconstruction.