

Rozszerzone możliwości zastosowania metody Prof. Alfreda Slibara

Piotr Świder
Politechnika Krakowska
i Instytut Ekspertyz Sądowych w Krakowie

Streszczenie

Rekonstrukcja wypadku drogowego wymaga znajomości miejsca zdarzenia. Funkcje empiryczne opisujące niektóre zależności są obciążone znacznymi błędami. Metoda prof. Slibara pozwala na minimalizację tych błędów. Kolejnym problemem jest zmiana technologii budowy samochodów. Wprowadzenie szyb klejonych, plastikowych lamp głównych, układów optymalnopoślizgowych itp. powoduje, że aktualnie brak jest śladów, które jeszcze do niedawna występowały na miejscu zdarzenia. W artykule przeprowadzono dyskusję możliwości adaptacji innych zależności związanych z potrąceniem pieszego lub jednoślada do metody prof. A. Slibara. Podano przykładowe wykresy zastosowań przy rozszerzeniu metody.

1. Metoda Prof. Alfreda Slibara

Prof. Alfred Slibar wprowadził pojęcie „trójkąta ufności” w wyniku graficznego przedstawienia przebiegu funkcji fizykalnych i empirycznych dotyczących parametrów związanych z potrąceniem pieszego, choć trójkąt ten jest zdeformowany, gdyż jego boki powstają z odcinków tych funkcji, a nie są one liniowe. Chodzi tu o zależności prędkości w funkcji drogi. Przy czym parametr „drogi” odnosi się do rzeczywistych położenia na drodze poszczególnych śladów.

W wyniku naniesienia tych przebiegów funkcji na wykres prędkość – droga powstaje owy zdeformowany trójkąt, gdzie wewnątrz jego pola należy poszukiwać rozwiązania problemu prędkości kolizyjnej i miejsca potrącenia pieszego na długości jazdy.

Jednym z parametrów potrzebnych dla otrzymania „trójkąta ufności” w tej metodzie jest konieczność ujawnienia pola zalegania szkieł. Obecnie coraz rzadziej pozostaje pole zalegania szkieł po wypadku z pieszym [1].

2. Modyfikacja metody Prof. Alfreda Slibara

Jeżeli w „trójkącie ufności” należy poszukiwać rozwiązań, to nakładając na ten trójkąt rozkład prawdopodobieństwa (np. krzywą Gaussa) można wnosić, że najbardziej prawdopodobne będą parametry leżące w środku ciężkości powstałej figury, choć oczywiście nie należy odrzucać całego zakresu „trójkąta ufności”.

Każda z funkcji regresji jest obciążona błędem i to niejednokrotnie znacznym, bo sięgającym nawet $\pm 20\%$, zazwyczaj nie znamy dokładnie współczynnika przyczepności opon do jezdni, a nawet gdybyśmy go znali dokładnie, to i tak nie będziemy wiedzieli jakie było rzeczywiste opóźnienie samochodu. Celowe więc wydaje się uwzględnienie tych niepewności w metodzie wywodzącej się z propozycji Prof. Alfreda Slibara. W takim jednak przypadku figura „ufności” jest wielobokiem o bokach nie prostoliniowych. Nadto można do tej metody wprowadzić nowe dane związane z rekonstrukcją przebiegu wypadków jak np. parametr „przyrostu rozwinięcia pieszego” na samochodzie lub parametr prędkości zderzenia wynikający z bazy danych uszkodzeń samochodów w przypadku zderzenia z pieszym.

Można również przenieść częściowo tę metodę do analizy zderzenia samochodu z jednośladem.

3. Realizacja zmodyfikowanej metody Prof. Alfreda Slibara

Obliczenia stosownych parametrów z zależności odległości od prędkości, choć zazwyczaj podawane są prostymi funkcjami regresji i kwadratową zależnością fizykalną dotyczącą przebiegu hamowania samochodu, to jednak pokazanie wykresów wielu tych funkcji, przemieszczonych względem siebie układami odniesienia stanowi pewną trudność, która często zniechęca biegłych do stosowania tej metody [2]. Podjęto więc próbę adaptacji zmodyfikowanej metody Prof. Alfreda Slibara w programie Slibar 1, a

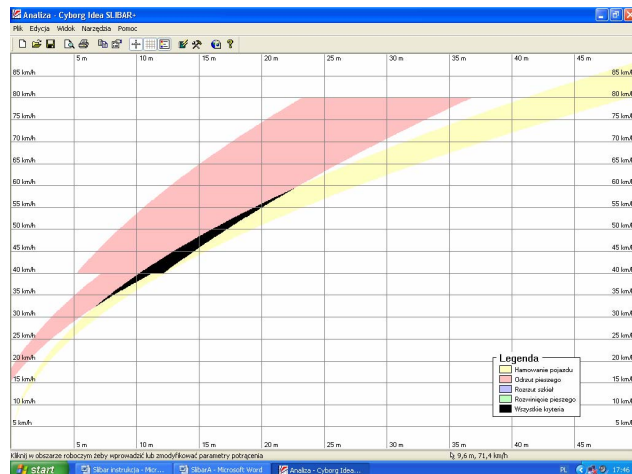
obecnie w kolejnej jego wersji Slibar 2, który umożliwi również obliczenia dotyczące zderzenie samochodu z motocyklem oraz zderzenie motocykla ze stałą przeszkodą. W przypadku zderzenia z pieszym przyjęto możliwość:

- wyboru rodzaju nadwozia (klinowe, pontonowe, trapezowe i skrzynkowe o różnych wysokościach {samochody osobowe, dostawcze, ciężarowe}),
- wyboru funkcji regresji odrzutu pieszego, przy czym program samo dobiera właściwe wzory dla danego typu nadwozia i potrącenia osoby dorosłej lub dziecka. Dla przypadku nadwozia klinowego proponuje formułę Eisholza lub Kühnela, a w tej drugiej pozwala na wprowadzenie wartości opóźnienia samochodu w chwili zderzenia. Dla nadwozia trapezowego jest dostępna tylko funkcja Kühnela, dla nadwozia pontonowego są możliwe do wyboru dwie poprzednio wspomniane formuły oraz Shulza. Dla nadwozia skrzynkowego wybierana jest formuła podana przez TU Berlin [2],
- kolejnym parametrem jest wartość opóźnienia uzyskiwanego przez samochód w czasie zderzenia i hamowania do zatrzymania. Tu program przewiduje wprowadzenie przedziału opóźnienia,
- jeżeli na miejscu zdarzenia jest ujawnione pole zalegania szkła, a dodatkowo wiemy czy szkła te pochodzą z rozbitej szyby, czy kloszy reflektorów, to możemy zastosować stosowne wzory, dobierane przez program automatycznie [2],
- wreszcie zastosowano w programie wzory opisujące przyrost rozwinięcia pieszego [2]. Przy czym pozwolono na wybór sposobu ruchu pieszego, wartości ugięcia zawieszenia przedniego przy hamowaniu wreszcie na obliczenie predkości minimalnej zderzenia lub funkcji regresji
- Wystarczą praktycznie dwie dane z wyżej wyszczególnionych, żeby można było próbować wyliczenie „trójkąta ufności“.

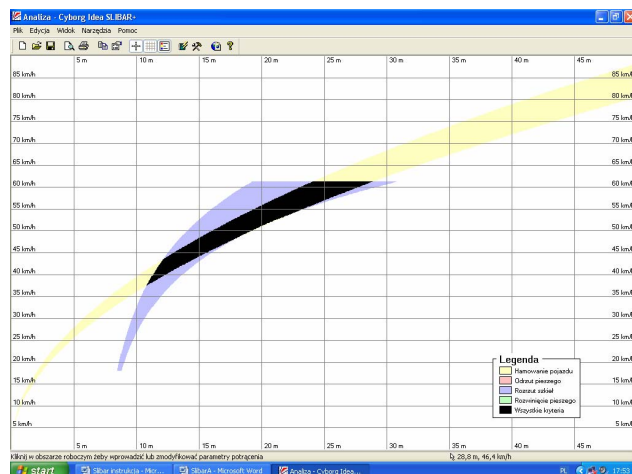
Jak widać z powyższych rysunków znajomość już tylko dwóch parametrów związanych z potrąceniem pieszego pozwala na próbę określenia miejsca zderzenia i predkości kolizyjnej. Oczywiście przy większej liczbie znanych parametrów uzyskane pole ufności jest pewniejsze.

Dla przypadku zderzeń z motocyklem wykorzystano możliwości programu dla dwóch przy-

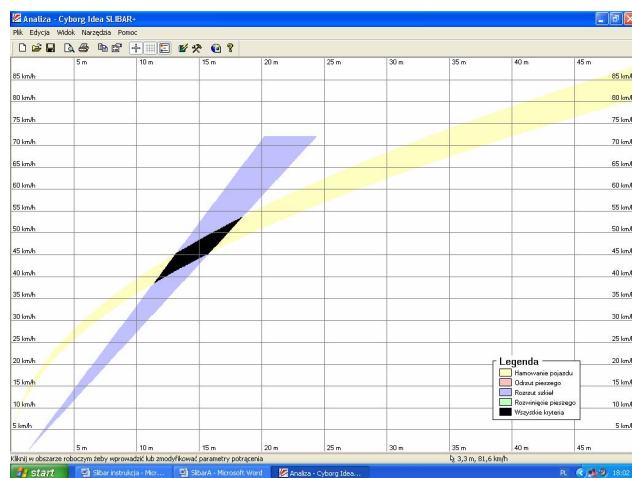
padków uderzenia samochód w Motocykl oraz uderzenia motocykla w stałą przeszkodę.



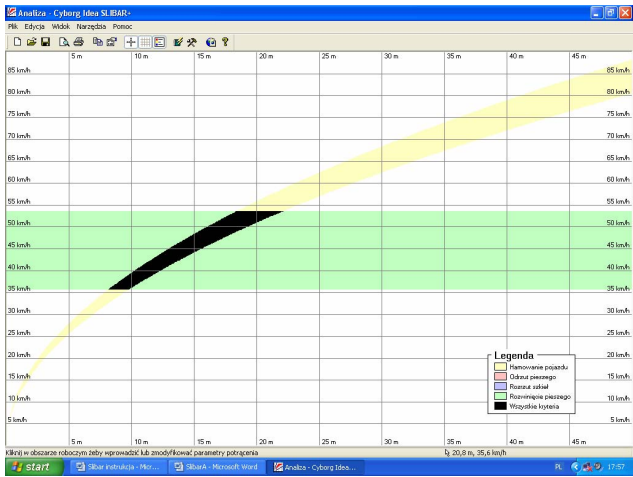
Rys. 1 Zastosowanie formuły Eisholza i opóźnienia hamowania.



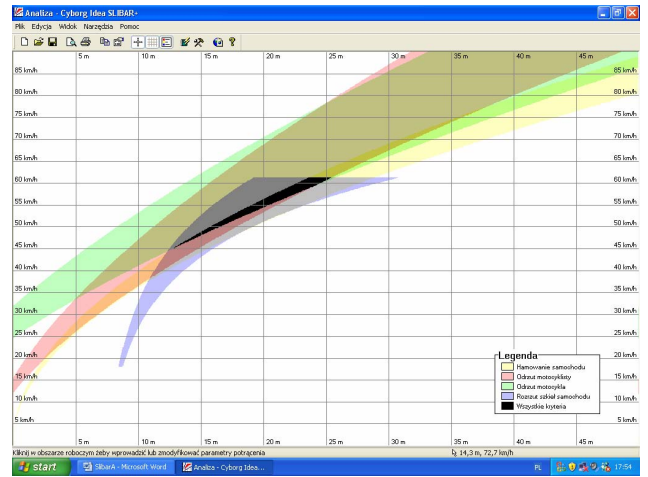
Rys. 2 Zastosowanie zależności na początek odrzutu szkła szyby przedniej i opóźnienia hamowania



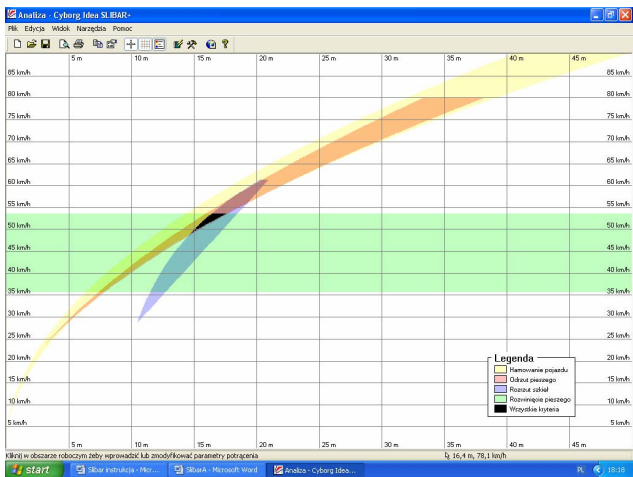
Rys. 3 Zastosowanie zależności na środek odrzutu szkła lampy reflektorowej i opóźnienia hamowania



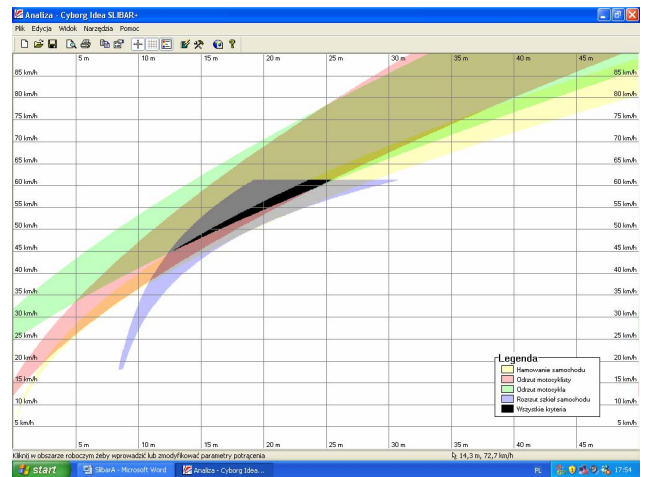
Rys. 4 Zastosowanie funkcji regresji przyrostu rozwinięcia pieszego i opóźnienia hamowania samochodu



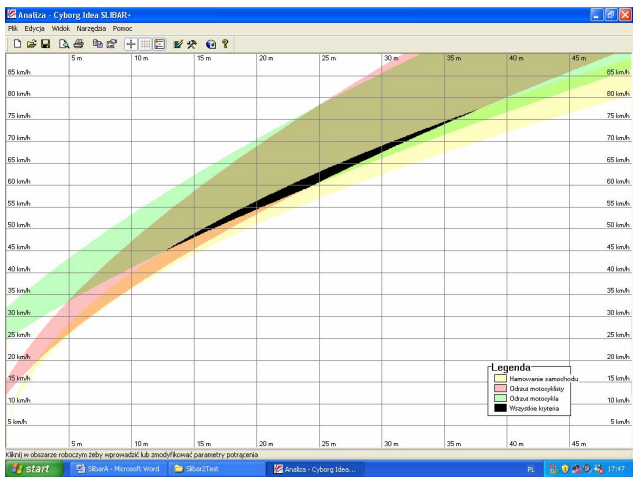
Rys. 7 Funkcje jak na rys. 6 z dodaniem funkcji opisujących rozrzut odłamków szkieł szyby samochodu.



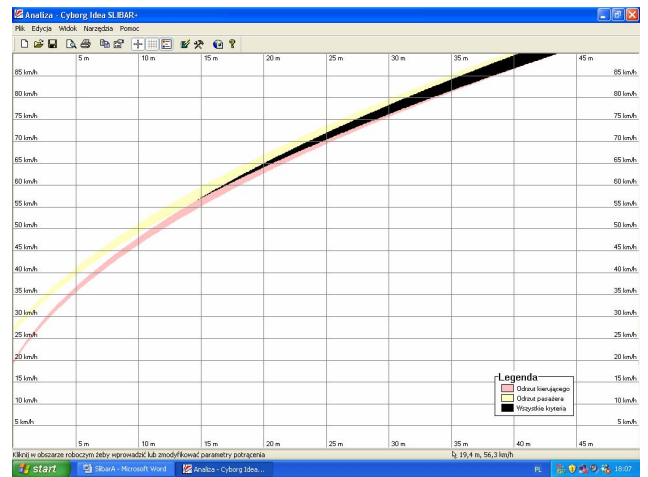
Rys. 5 Wykorzystanie wszystkich opisanych wcześniej funkcji



Rys. 8 Funkcje jak na rys. 6 z dodaniem funkcji opisujących rozrzut odłamków szkieł reflektora motocykla.



Rys. 6 Zastosowanie wzorów opisujących przebieg hamowania, odległość odrzutu motocykla i motocyklisty.



Rys. 9 Graficzne przedstawienie funkcji opisujących odległość odrzutu motocyklisty i pasażera motocykla.

Dla przypadku uderzenia samochodu w motocykl uwzględniono: opóźnienie hamowanego samochodu, odległość odrzutu motocykla, odległość odrzutu motocyklisty oraz rozrzut szkieł samochodu. Wszystkie parametry dotyczą przemieszczania się wzdłuż pierwotnego kie-

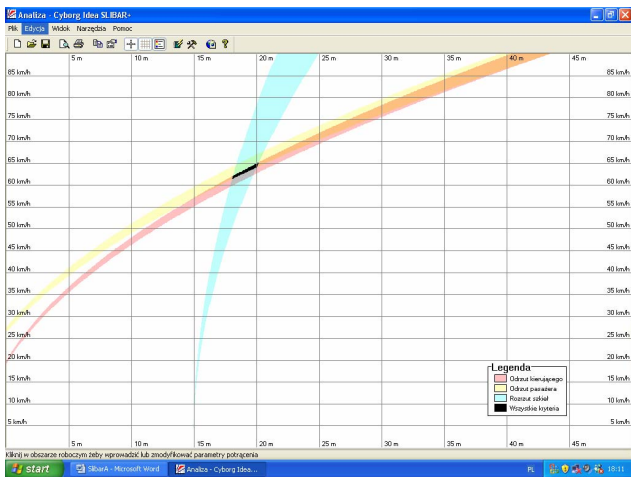
runku jazdy samochodu Podobnie jak poprzednio trując ufnoci można próbować wyznaczyć już dla dwóch znanych parametrów. Przy czym przebieg hamowania, odrzut motocykla i motocyklisty są zapisane podobnymi wzorami i zazwyczaj rozwiązanie jest bardzo „rozmyte“ lub go nie ma.

Dodanie funkcji regresji opisujących zaleganie odłamków szkielek pochodzących z samochodu (szyba, reflektor) lub szkielek reflektora motocykla powoduje wyraźne zmniejszenie pola ufnosci.

Dla przypadku uderzenia motocykla w sztywna przeszkode zastosowano wzory na: odleglosc odrzutu kierowcy, odleglosc odrzutu pasazera i rozrzut szkielek reflektora motocykla.

Wzory na odleglosc odrzutu osob sa podobne i daja wyniki „rozmyte”. Stosowne przebiegi pokazano na rys. 9.

Dodanie zaleznosci na rozrzut szkielek reflektora motocykla zawęża pole ufnosci.



Rys. 10 Dodanie do rys. 9 funkcji regresji opisujacej odleglosc odrzutu szkielek reflektora motocykla.

W wyniku dokonanych obliczen jest generowany raport, ktory przykladowo podaje nastepujace dane:

a. Parametry pojazdu

Rodzaj nadwozia: trapezowe

b. Parametry pieszego

Wiek: Dorosly

Wzrost: 1,60 m

c. Droga hamowania pojazdu

Średnie opóźnienie: 5,0 ÷ 6,0 m/ss

d. Odrzut pieszego

Polozenie powypadkowe: 2,0 m

Polozenie środka ciężkości pieszego mierzone jest względem przodu pojazdu w kierunku jego ruchu.

Metoda obliczen (regula): Kühnela

Opóźnienie pojazdu w momencie uderzenia:
 $4,0 \div 5,0 \text{ m/s}^2$

e. Rozrzut szkielek szyby przedniej

Początek pola rozrzutu: -7,0 m

Polozenie pola rozrzutu szkielek mierzone jest względem przodu pojazdu w kierunku jego ruchu. Wartość ujemna oznacza polozenie za pojazdem. Wartość dodatnia - przed.

f. Rozwinięcie pieszego

Długość rozwinięcia pieszego: 2,00 m

Zachowanie pieszego: normalny krok

Pochylenie pieszego: 35 mm

Ugięcie przodu pojazdu: 60 mm

Prezentacja rezultatu: Funkcja regresji ($V \pm 20\%$)

g. Parametry poszukiwań

Zakres poszukiwanej drogi: 0 ÷ 50 m

Zakres poszukiwanej prędkości: 0 ÷ 90 km/h

h. Rozwiązanie

Znaleziono rozwiązania w następującym zakresie wartości:

Zakres drogi: 11,2 ÷ 20,6 m

Zakres prędkości: 39,3 ÷ 52,8 km/h

Środek obszaru: 15,7 m, 47,4 km/h

4. Podsumowanie

Jak wykazano w treści opinii, pomimo coraz mniejszej ilości śladów kryminalistycznych na miejscu zdarzenia spowodowanych wprowadzeniem nowych technologii w budowie samochodów, można próbować stosować metodę Prof. Alfreda Slibara, uzupełniając ją o nowe funkcje regresji, uzyskane w ostatnim czasie. Można też próbować implementować tę metodę do zderzenia samochodu z motocyklem oraz uderzenia motocykla w sztywną przeszkodę

Literatura

- [1] „Podstawowe materiały szkoleniowe dla rzeczoznawców i asystentów specjalności B”, Rada Główna PZMot, Warszawa 1983.
- [2] „Wypadki drogowe Vademecum biegłego sądowego”, praca zbiorowa, IES Kraków 2002 r.
- [3] Cyborgidea.com.pl - Instrukcja obsługi programu „SLIBAR+“.

Kontakt

dr inż. Piotr Świder
Politechnika Krakowska
i Instytut Ekspertyz Sądowych w Krakowie
email: swider@mech.pk.edu.pl