

Program Speed Crash wspomagający rekonstrukcję wypadków drogowych z udziałem osób pieszych

Szanowni Państwo,

Ponieważ priorytetem podczas analizy wypadku drogowego jest wykonanie jego rekonstrukcji, w drugiej części zaprezentowano program **Speed Crash** do tych celów przeznaczony. Program ten uwzględnia wszystkie możliwości rekonstrukcji wypadków z udziałem samochodu i pieszego, jak również wszystkie możliwości uniknięcia tych zdarzeń celem wskazania sprawcy i ewentualnego przyczynienia drugiego uczestnika wypadku. Wyniki obliczeniowe programu pozwolą dokonać analizy okoliczności i przebiegu wypadku drogowego oraz ustalenia przyczyn, co jest niezmiernie ważne w procesie karnym dla ustalenia sprawcy wypadku, osoby poszkodowanej a następnie w procesie cywilnym w zakresie stopnia przyczynienia się do wypadku, co wpływa na wysokość odszkodowania.

Poniżej zaprezentowano przykładową rekonstrukcję wypadku drogowego w ww. programie.

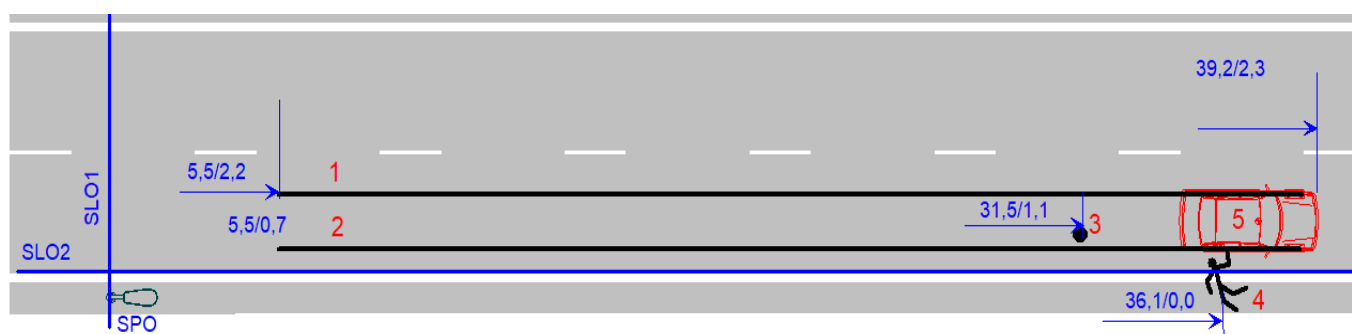
Przykład rekonstrukcji wypadku drogowego

Założenie:

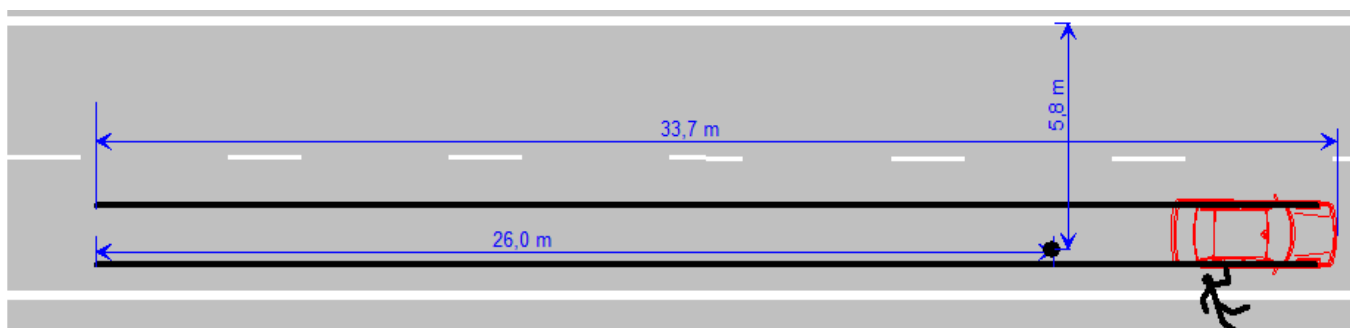
Jak wynika z akt sprawy w dniu 19.07.2025 r. w miejscowości Nienadów doszło do wypadku drogowego, w którym kierujący samochodem Audi A4 potrafił przemieszczającego się z lewej na prawą stronę dla kierunku jazdy samochodu pieszego Henryka J. W wyniku zdarzenia pieszy Henryk J poniósł śmierć na miejscu, pojazd został uszkodzony. Jak wynika ze szkicu oraz protokołu oględzin na miejscu zdarzenia jako stały punkt odniesienia SPO przyjęto podstawę lampy oświetleniowej nr 17. Jako stałą linię odniesienia SLO1 przyjęto prostą prostopadłą do osi jezdni przechodzącą przez SPO, natomiast jako stałą linię odniesienia SLO2 przyjęto prawą krawędź jezdni.

- W odległości 5,5 m od SLO1 i 2,2 m od SLO2 rozpoczyna się ślad blokowania lewego koła samochodu, które kończy się w odległości 39,2 m od SLO1 i 2,3 m od SLO2 – ślad ten biegnie równolegle do SLO2 - ślad ten oznaczono numerem 1,

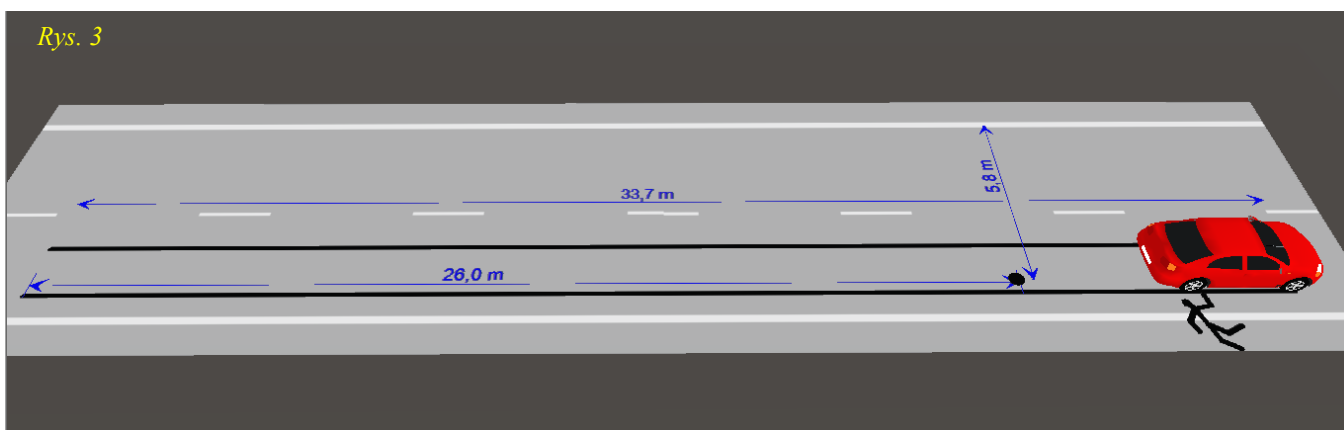
- W odległości 5,5 m od SLO1 i 0,7 m od SLO2 rozpoczyna się ślad blokowania prawego koła samochodu, które kończy się w odległości 39,2 m od SLO1 i 0,7 m od SLO2 – ślad ten oznaczono numerem 2,
- W odległości 31,5 m od SLO1 i 1,1 m od SLO2 znajduje się ślad podcięcia pochodzący od obuwia – ślad ten oznaczono nr 3,
- W odległości 36,1 m od SLO1 i na linii SLO2 znajduje się środek tułowia zwłok ułożonych prostopadłe do stałej linii odniesienia SLO2 – zwłoki oznaczono nr 4,
- W odległości 39,2 m od SLO1 i 2,3 m od SLO2 znajduje się lewe naroże samochodu Audi A4; samochód usytuowany jest równoległe do stałej linii odniesienia SLO2 – samochód oznaczono jako ślad nr 5,



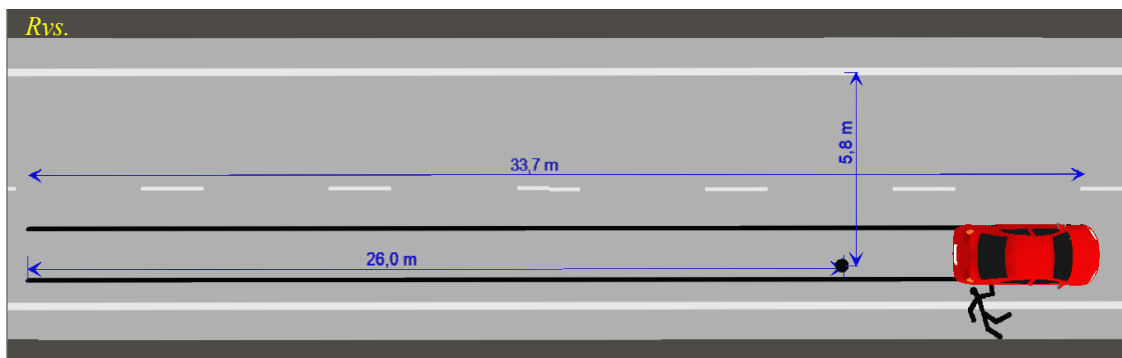
Rys. 1. Plan miejsca zdarzenia



Rys. 2. Wyznaczone odległości na podstawie planu miejsca zdarzenia



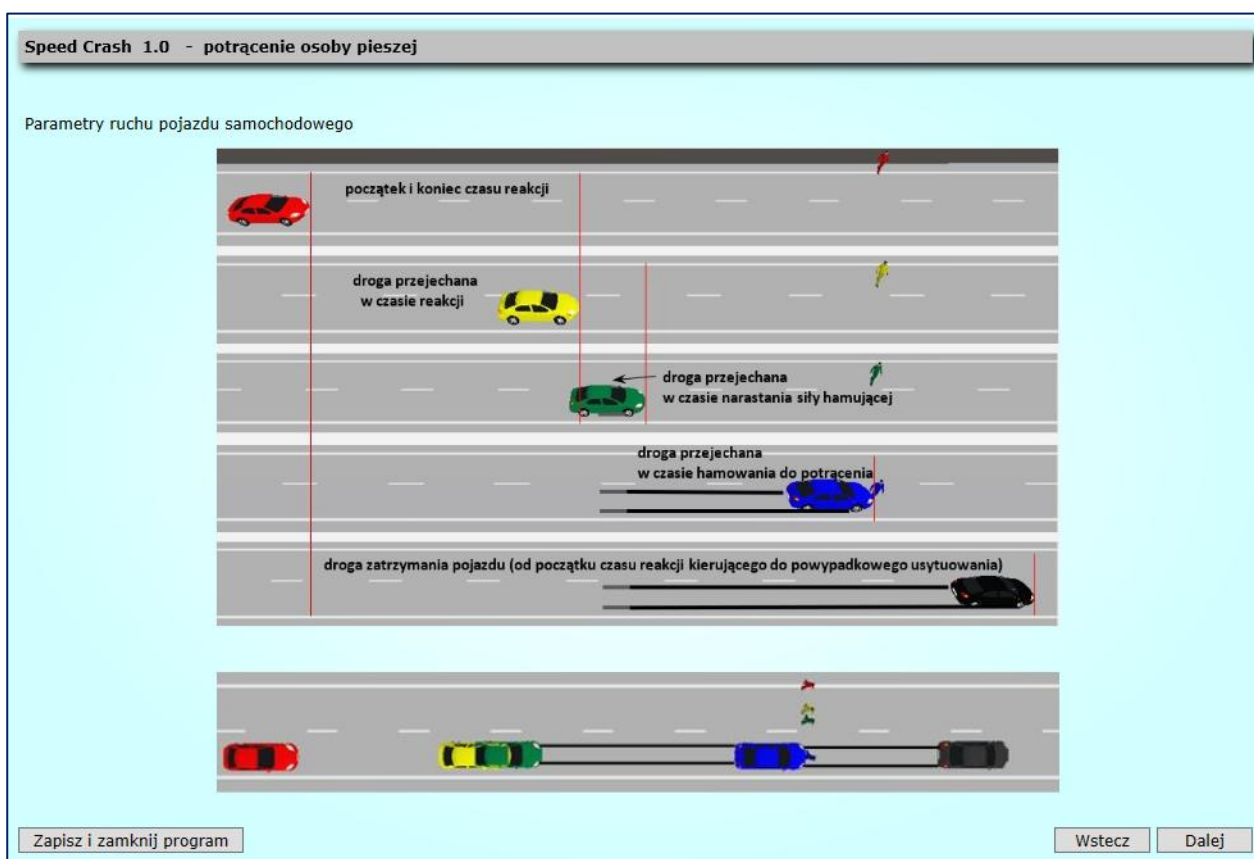
Rys. 3



Rys. 3,4. Tak jak rys. 2 – widok 3D

Rekonstrukcja wypadku drogowego przeprowadzona zostanie w programie autorskim **Cspeed Crash**

Droga zatrzymania pojazdu składa się z pewnych odcinków które pojazd pokonuje. Po stworzeniu zagrożenia w ruchu drogowym kierujący podejmuje czas reakcji, który średnio trwa 1-1,5s i w tym czasie przebywa pewien odcinek drogi a długość tego odcinka zależy od prędkości pojazdu. Następnie kierujący podejmuje manewr hamowania, tj. działanie na dźwignię hamulca zasadniczego – dociskanie z górnej pozycji dźwigni do położenia dolnego aż do przegrody czołowej i w tym czasie pokonuje następny odcinek drogi. Kolejny odcinek drogi pojazd pokonuje od chwili dolnego położenia dźwigni hamulca zasadniczego, aż do zatrzymania się pojazdu (pełne opóźnienie, tj. pełne hamowanie pojazdu). Powyższe zobrazowano na rys. nr 5.



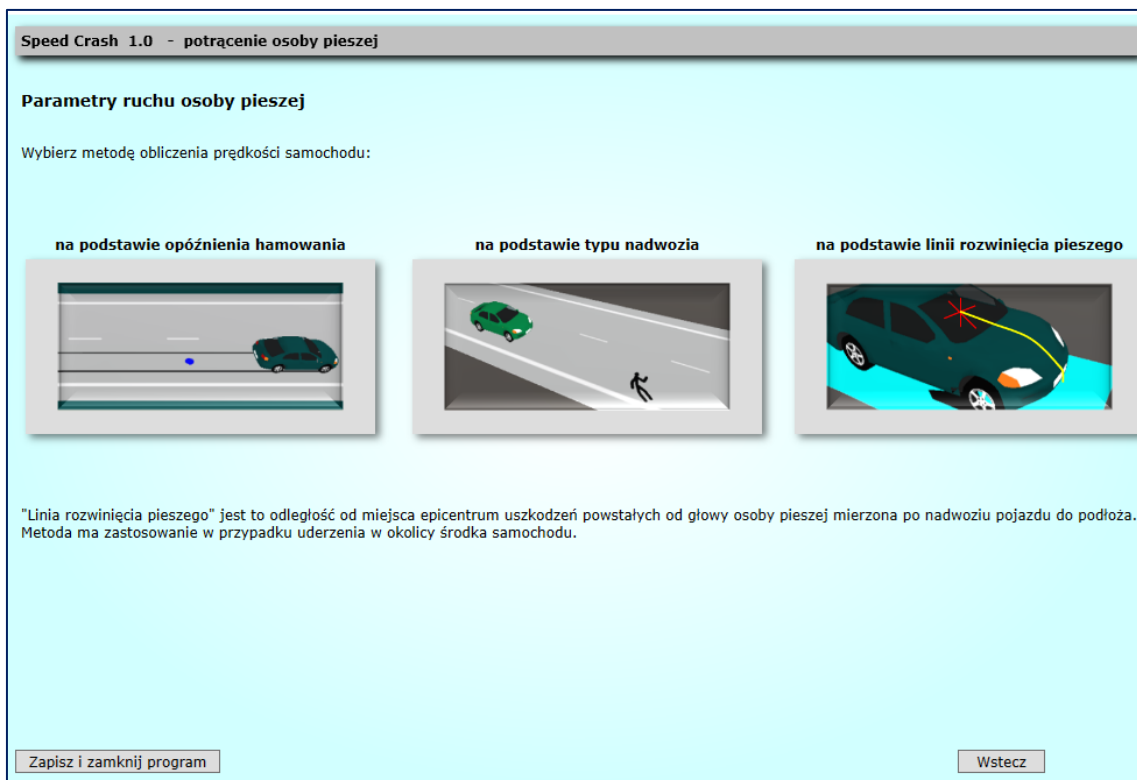
Rys. 5. Składowe odcinków drogi zatrzymania pojazdu

Na podstawie długości śladów blokowania kół wynikających z planu miejsca zdarzenia drogowego można było ustalić prędkość pojazdu w chwili potrącenia pieszego i wyniosła ona 37 km/h (co wyznaczył automatycznie program uwzględniając czas reakcji oraz czas narastania siły hamującej, tj. odcinek przebyty w czasie dociskania dźwigni hamulca zasadniczego).

- na podstawie opóźnienia hamowania,
- na podstawie odrzutu pieszego,
- na podstawie linii rozwinięcia, tj. długości uszkodzeń nadwozia pojazdu powstałych od pieszego.

Rys. 6. Automatycznie wyznaczona prędkość pojazdu bezpośrednio przed potrąceniem pieszego

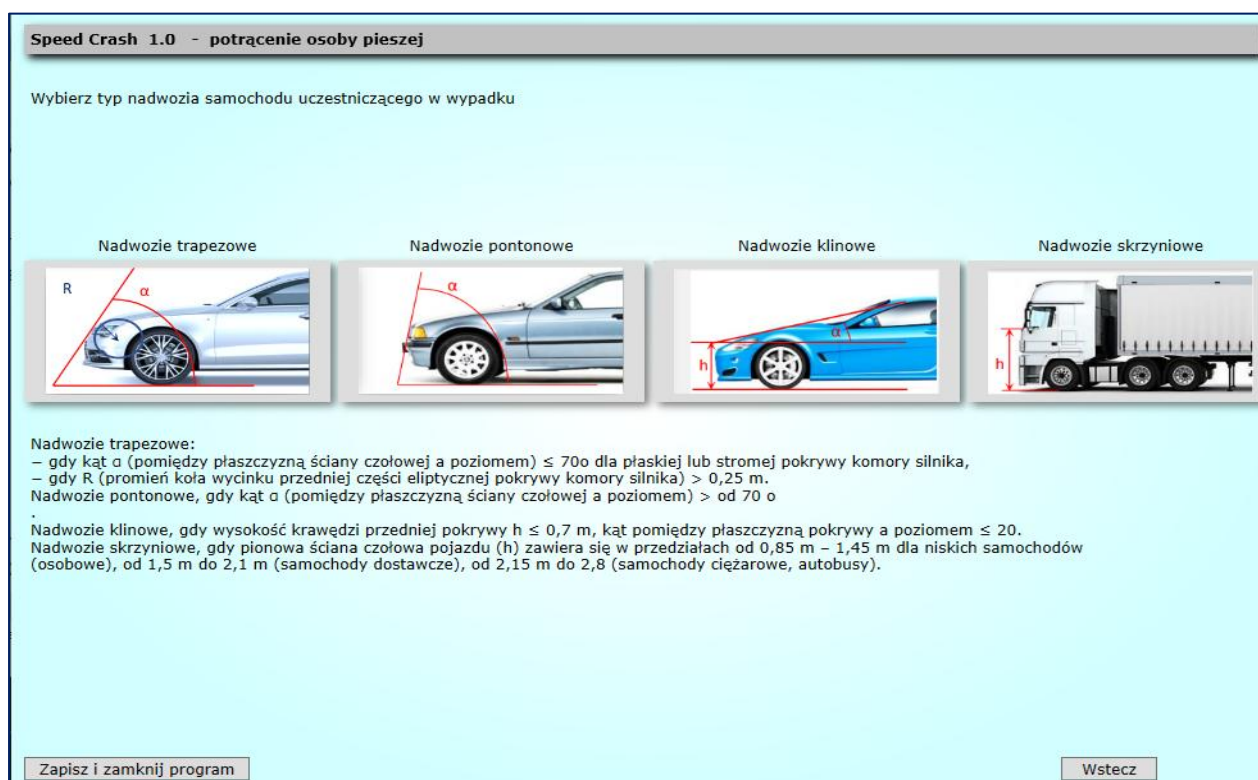
Rys. 6. Automatycznie wyznaczona prędkość pojazdu bezpośrednio przed potrąceniem pieszego



Rys. 7. Metody wyznaczania prędkości początkowej pojazdu

W przypadku wyboru metody „linii rozwinięcia” program Speed Crash uwzględnia **wszystkie** typy nadwozia pojazdów, tj.:

- nadwozie o kształcie klinowym,
- nadwozie o kształcie pontonowym,
- nadwozie o kształcie trapezowym,
- nadwozie o kształcie skrzynkowym,



Rys. 8. Typy nadwozi pojazdów

Ze względu na pozostawione ślady blokowania kół, do niniejszej analizy wybrano metodę obliczeniową na podstawie opóźnienia hamowania.

Do wyznaczenia prędkości początkowej niezbędne są podstawowe dane, które w każdej chwili można ustalić. Są to: masa pieszego, masa kierującego i pasażerów oraz masa pojazdu której wartość wynika z danych technicznych pojazdu. Czas narastania siły hamującej z reguły przyjmuje wartość ok. 0,3 s – jest to czas naciskania dźwigni hamulca zasadniczego z górnej pozycji do przegrody czołowej (dolnej pozycji).

Na tej podstawie wyznaczono zarówno prędkość początkową pojazdu i wyniosła ona **ok. 82 km/h** (rys.9), prędkość pojazdu na początku śladów hamowania i wyniosła ona 78 km/h (z czego wynika, że w czasie narastania siły hamującej pojazd utracił prędkość ok. 4 km/h) oraz odległość pojazdu od pieszego w chwili, gdy pieszy przekraczał krawędź jezdni i wyniosła ona **ok. 55,5 m**.

Na podstawie wyznaczonych powyżej parametrów **można było wyznaczyć** czas reakcji kierującego i wyniósł ok. 1,33 s. Jest to średni czas reakcji, który z reguły zawiera się w przedziale 1-1,5 s, także w analizowanym przypadku nie można twierdzić, że kierujący samochodem opóźnił czas reakcji.

Speed Crash 1.0 - potrącenie osoby pieszej

Parametry ruchu osoby pieszej

Masa pieszego: $m_p = 90,00$ [kg] Masa samochodu wraz z kierowcą i pasażerami: $m_s = 1600,$ [kg]

Prędkość pojazdu bezpośrednio przed potrąceniem pieszego: $V_u = 10,86$ [m/s] = $39,09$ [km/h]

Prędkość pojazdu na początku śladów hamowania: $V_o = 21,79$ [m/s] = $78,46$ [km/h]

$t_n = 0,30$ [s]

Prędkość pojazdu w chwili naciśnięcia na dźwignię hamulca: $V_p = 22,82$ [m/s] = $82,15$ [km/h]

Czas od początku hamowania samochodu do chwili wypadku $t_{h1} = 1,59$ [s]

Odległość samochodu od pieszego w chwili jego wejścia na jezdnię $S_p = 55,51$ [m]

$$V_u = V' \cdot \left(\frac{m_s + m_p}{m_s} \right) [m/s] \quad t_{h1} = \frac{V_o - V_u}{\mu \cdot g} [s]$$

$$V_o = \sqrt{V_u^2 + 2 \cdot S_{h1} \cdot \mu \cdot g} [m/s] \quad S_p = S_{h1} + (V_p + V_o) \cdot \frac{t_n}{2} + V_p \cdot \Delta t [m]$$

$$V_p = V_o + \frac{\mu \cdot g \cdot t_n}{2} [m/s] \quad \Delta t = t_p - t_n - t_{h1}$$

Zapisz i zamknij program ☒ Wyświetl wzory Wstecz Dalej

Rys. 9. Wyznaczanie prędkości początkowej pojazdu i odległości od osoby pieszej w chwili powstania zagrożenia w ruchu oraz odległości

Speed Crash 1.0 - potrącenie osoby pieszej

Czas reakcji kierującego - tr

$t_r = t_p - t_n - t_{h1} =$
 [s]

tp – czas przebytej drogi przez osobę pieszą od chwili stworzenia zagrożenia w ruchu do chwili wypadku

tn – czas narastania siły hamującej

th1 – czas hamowania pojazdu od końca narastania siły hamującej do chwili wypadku

Rys. 10. Automatycznie wyznaczony czas reakcji kierującego w chwili powstania zagrożenia

Możliwość uniknięcia wypadku drogowego

Przeprowadzając rekonstrukcję wypadku drogowego oprócz wyznaczenia parametrów ruchu (prędkości, odległości, czasów) niezbędnym jest dokonanie analizy możliwości jego uniknięcia na podstawie czego można stwierdzić przyczynienie drugiego uczestnika wypadku bądź przyczynienie takie wykluczyć.

W przypadku wypadków drogowych z udziałem osób pieszych istnieją cztery sposoby uniknięcia wypadku, które program **Speed Crash** automatycznie analizuje i są to następujące możliwości:

Speed Crash 1.0 - potrącenie osoby pieszej

Możliwość uniknięcia wypadku

Sprawdź możliwość uniknięcia wypadku w zależności od następujących manewrów lub parametrów ruchu:

☐ ominięcie pieszego

☐ maksymalna prędkość pojazdu możliwa do zatrzymania się przed torem ruchu osoby pieszej

☐ maksymalna prędkość przy której osoba piesza opuściłaby tor ruchu pojazdu

☐ dostosowanie prędkości pojazdu do maksymalnie dozwolonej administracyjnie w przypadku jej przekroczenia

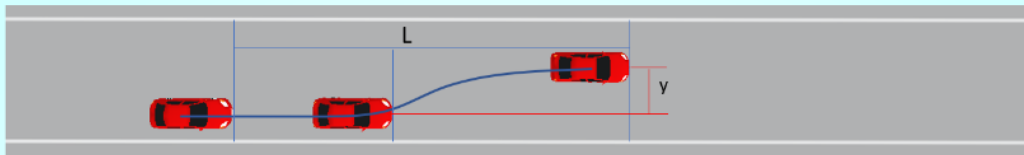
Rys. 11. Możliwości uniknięcia wypadku drogowego

Celem wykazania możliwości uniknięcia wypadku drogowego należy wypełnić pole dotyczące odległości od miejsca potrącenia pieszego (uprzednio wyznaczony przez program)

względem nadwozia do minięcia obrysu pojazdu (w tym przypadku 0,7 m – jest odległość od miejsca uszkodzeń pojazdu do minięcia jego obrysu), wyznaczony uprzednio czas reakcji, tj. 1,33 s oraz współczynnik przyczepności opon na suchej nawierzchni asfaltowej (0,7 – przyjęty na podstawie tabel literaturowych). Odległość z której kierowca powinien rozpocząć zmianę toru jazdy celem ominięcia, program wyznaczył automatycznie i wyniosła ona ok. 48,6 m (rys. 12).

Speed Crash 1.0 - potrącenie osoby pieszej

Możliwość uniknięcia wypadku poprzez wykonanie manewru ominięcia osoby pieszej przez kierowcę



y – odległość poprzeczna niezbędna do ominięcia potrącenia osoby pieszej y = 0,7 [m]

tr – czas przebytej drogi przez osobę kierującą w czasie reakcji tr = 1,33 [s]

Vp – prędkość początkowa samochodu Vp = 22,82 [m/s] = 82,15 [km/h]

L – odległość wzdłużna potrzebna do przemieszczenia poprzecznego samochodu na długości y

μ_y – współczynnik przyczepności poprzecznej opon μ_y = 0,70

$$L = V_p \cdot \left(t_r + \sqrt{\frac{y}{1,56 \cdot \mu_y}} \right)$$

L = 48,62 [m]

Zapisz i zamknij program ☒ Wyświetl wzory Wstecz

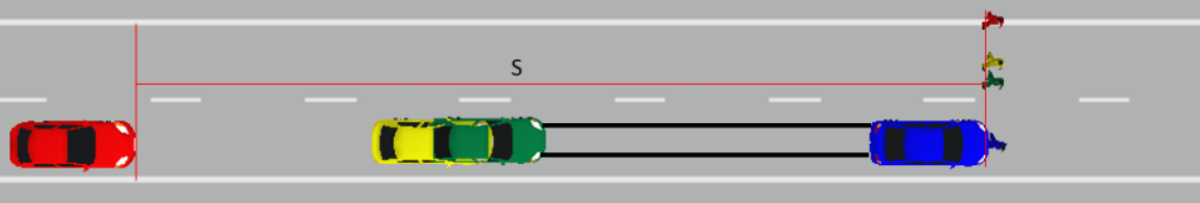
Rys. 12. Możliwość uniknięcia wypadku drogowego poprzez ominięcie pieszego

Jak wynika z powyższych obliczeń kierowca przemieszczał się z prędkością ok. **82 km/h**.

W przypadku wyznaczenia maksymalnej prędkości z którą mógłby uniknąć zderzenia z pieszym (zatrzymać się bezpośrednio przed torem ruchu pieszego) należy tylko uzupełnić pole dotyczące wyznaczonego uprzednio czasu reakcji, pole dotyczące wartości współczynnika przyczepności opon do nawierzchni (odczytane z tabeli) i pole dotyczące czasu narastania siły hamującej – średnio wynoszącej ok. 0,3 s. Program automatycznie wyznaczył prędkość przy której samochód zatrzymałby się bezpośrednio przed pieszym i wyniosła ona w analizowanym przypadku ok. **69 km/h** (rys. 13).

Speed Crash 1.0 - potrącenie osoby pieszej

Możliwość uniknięcia wypadku - maksymalna prędkość pojazdu możliwa do zatrzymania się przed torem ruchu osoby pieszej



Sp – odległość samochodu od pieszego w chwili jego wejścia na jezdnię, Sp = 55,51 [m]

μ – współczynnik przyczepności przyłgowej opon, μ = 0,7

tr – czas przebytej drogi przez osobę kierującą w czasie reakcji, tr = 1,33 [s]

tn – czas narastania siły hamującej, tn = 0,3 [s]

g – przyspieszenie ziemskie = 9,81 [m/s²]

Vmax1 = 19,26 [m/s] = 69,33 [km/h]

$$V_{max1} = -\mu \cdot g \cdot \left(t_r + \frac{t_n}{2} \right) + \sqrt{(\mu \cdot g)^2 \cdot \left(t_r + \frac{t_n}{2} \right)^2 + 2 \cdot \mu \cdot g \cdot S_p} [m/s]$$

Zapisz i zamknij program ☒ Wyświetl wzory Wstecz

Rys. 13. Możliwość uniknięcia wypadku drogowego przy prędkości pojazdu, która pozwalałaby na zatrzymanie się kierującego bezpośrednio przed ruchem pieszego

Jak wynika z przeprowadzonej analizy – pieszy potrzebował ok. 0,7 m aby opuścić tor ruchu pojazdu (jego obrys). Po uzupełnieniu jak w analizie poprzedniej metody, tj, współczynnika przyczepności opon do nawierzchni (odczytane z tabeli), czasu narastania siły hamującej – średnio wynoszącego ok. 0,3, oraz obliczonego czasu reakcji, program wyliczył prędkość przy której pieszy opuściłby tor ruchu pojazdu i wyniosła ona ok 71 km/h.

Możliwość uniknięcia wypadku - maksymalna prędkość przy której osoba piesza opuściłaby tor ruchu pojazdu (Vmax2)

$$V_{max2} = \left\{ S_p + \frac{\mu \cdot g}{2} \cdot \left[\left(\frac{t_n}{2} \right)^2 + \left(\frac{t_n}{2} + t_r - \frac{S_{p1} + S_{p2}}{V_p} \right)^2 \right] \right\} \cdot \frac{V_p}{S_{p1} + S_{p2}} [m/s]$$

Sp1 – odległość przebyta przez pieszego od chwili wejścia na jezdnię do chwili potrącenia, Sp1 = 5,80 [m]

Sp2 – odległość niezbędna do opuszczenia toru samochodu przez osobę pieszą, Sp2 = 0,7 [m]

Sp – odległość samochodu od pieszego w chwili jego wejścia na jezdnię, Sp = 55,51 [m]

μ – współczynnik przyczepności przyłgowej opon, μ = 0,70

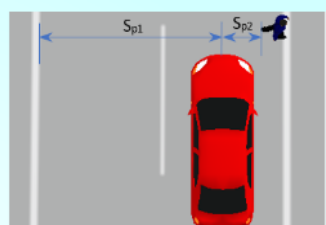
tr – czas przebytej drogi przez osobę kierującą w czasie reakcji, tr = 1,33 [s]

tn – czas narastania siły hamującej, tn = 0,30 [s]

Vp – prędkość przemieszczania osoby pieszej, Vpieszego = 1,80 [m/s]

g – przyspieszenie ziemskie = 9,81 [m/s²]

Vmax2 = 19,71 [m/s] = 70,96 [km/h]



Rys. 14. Możliwość uniknięcia wypadku drogowego przy prędkości pojazdu przy której osoba piesza minęłaby obrys samochodu (zeszła z jego toru ruchu)

Biorąc natomiast pod uwagę wyznaczoną odległość pojazdu od pieszego, która w wyniku obliczeń wyniosła ok. 55,5 m, to gdyby pojazd poruszał się z prędkością dozwoloną administracyjnie wynoszącą 50 km/h, to w zaistniałej sytuacji w wyniku automatycznego obliczenia przez program długość drogi zatrzymania wyniosłaby **ok. 34,6 m**, czyli kierujący zatrzymałby pojazd na **ok. 20,9 m** (55,5 m – 34,6 m) przed torem ruchu pieszego, czy uniknąłby wypadku.

Speed Crash 1.0 - potrącenie osoby pieszego

Możliwość uniknięcia wypadku poprzez dostosowanie prędkości pojazdu do maksymalnie dozwolonej administracyjnie w przypadku jej przekroczenia

Wprowadź prędkość maksymalnie dozwoloną administracyjnie, $V = 13,89$ [m/s] = 50 [km/h]

μ – współczynnik przyczepności przylgowej opon, $\mu = 0,70$

t_r – czas przebytej drogi przez osobę kierującą w czasie reakcji, $t_r = 1,33$ [s]

t_n – czas narastania siły hamującej, $t_n = 0,30$ [s]

g – przyspieszenie ziemskie = $9,81$ [m/s²]

droga zatrzymania $S_z = 34,60$ [m]

czas zatrzymania $t_z = 2,49$ [s]

czas hamowania $t_h = 1,16$ [s] $t_h = t_z - t_r$

$$S_z = \frac{V^2}{2 \cdot \mu \cdot g} + V \cdot \left(t_r + \frac{t_n}{2} \right) [m]$$

Porównaj drogę zatrzymania (S_p) przy prędkości rzeczywistej z drogą zatrzymania (S_z) w przypadku poruszania się samochodu z prędkością maksymalnie dozwoloną administracyjnie

S_p – odległość samochodu od pieszego w chwili jego wejścia na jezdnię, $S_p = 55,51$ [m]

Rys. 15. Możliwość uniknięcia wypadku drogowego w przypadku poruszania się samochodu z prędkością 50 km/h

Szanowni Państwo

Jako pełnomocnicy, czy obrońcy zarówno w sprawach karnych jak i cywilnych odszkodowawczych w sprawach o wypadki drogowe, dysponując zaprezentowanym programem Speed Crash, będziecie Państwo w stanie przeprowadzić analizę niemal każdego wypadku drogowego w zależności od informacji wynikających ze zgromadzonego w aktach sprawy materiału dowodowego bez korzystania z wiedzy osób trzecich w tym zakresie ponosząc za każdym razem dodatkowe koszty (**niejednokrotnie przewyższające koszty niniejszego oprogramowania, którego licencja nadawana jest na czas nieokreślony**). Jest to narzędzie przeznaczone nie tylko dla biegłych czy ekspertów z zakresu rekonstrukcji wypadków drogowych ale **przede wszystkim dla prawników**. Program ten – po uzupełnieniu danych wynikających ze zgromadzonego materiału dowodowego w aktach sprawy automatycznie wyznacza niezbędne do analizy wypadku drogowego parametry ruchu (m.in. czasy, odległości, prędkości) na poszczególnych odcinkach drogi.

Wyżej przedstawiony program będzie dostępny dla Państwa do nabycia po październiku 2025 r. (ze względu na opracowywanie przykładów z opisem mających na celu maksymalne zapoznanie z oprogramowaniem) na następujących warunkach:

Cena oprogramowania 960 zł brutto (licencja na czas nieokreślony)

Przy zakupie zbiorowym – co najmniej 50 licencji – rabat ten wyniesie 10%, co daje kwotę 864 zł brutto

Przy zakupie zbiorowym – co najmniej 100 licencji – rabat ten wyniesie 20%, co daje kwotę 768 zł brutto

UWAGA:

Dla osób posiadających ww. oprogramowanie odbędzie się bezpłatne szkolenie z obsługi ww. programu oraz bezpłatne wsparcie techniczne w zależności od możliwości czasowych podczas wykonywania rekonstrukcji wypadku drogowego przez Państwa w programie Speed Crash

Szanowni Państwo

Przedstawiony program daje Państwu możliwość przeprowadzania rekonstrukcji wypadków drogowych z udziałem pieszych w nieograniczonej liczbie, weryfikacji zgromadzonego w aktach sprawy materiału dowodowego zabezpieczonego podczas oględzin oraz w trakcie trwania procesu bez konieczności posiadania specjalnej wiedzy w zakresie doboru, czy też wyprowadzania skomplikowanych wzorów matematycznych i fizycznych.

W przypadku zainteresowania nabyciem ww. oprogramowania, zamówienia proszę kierować na adres e-mail: biuro.kryminalistyka@gmail.com

We wszystkich kwestiach związanych z programem, proszę kontaktować się telefonicznie lub na ww. email. Tel. 608 419 830.