

STAN PSYCHOFIZYCZNY KIERUJĄCEGO A DROGA ZATRZYMANIA POJAZDU przed przejściem dla pieszych

podinsp. Daniel Strzelczyk

Zakład Ruchu Drogowego CSP

Negatywny wpływ alkoholu i środków działających podobnie do alkoholu na organizm człowieka jest powszechnie znany. Autor artykułu, biorąc pod uwagę porę roku i zmienne, niedogodne warunki atmosferyczne panujące na polskich drogach, chce przybliżyć pewne istotne fakty mające wpływ na bezpieczeństwo w ruchu drogowym, a związane z prowadzeniem pojazdu przez człowieka.

Na początku autor chciałby przypomnieć pewne pojęcia prawne, które nie są tożsame, a funkcjonują w świadomości ludzi jako zamienne, i są często mylone.

Takimi pojęciami są kierowca i kierujący. Zgodnie z ustawą – Prawo o ruchu drogowym¹:

- **kierowca** to osoba uprawniona do kierowania pojazdem silnikowym lub motorowerem;
- **kierujący** to osoba, która kieruje pojazdem lub zespołem pojazdów, a także osoba, która prowadzi kolumnę pieszych, jedzie wierzchem albo pędzi zwierzęta pojedynczo lub w stadzie.

Oznacza to, że abyśmy mogli powiedzieć, że ktoś kieruje pojazdem, to musi fizycznie znajdować się w pojeździe i mieć wpływ na jego prędkość i kierunek ruchu. Natomiast, aby być kierowcą, wystarczy tylko posiadać prawo jazdy.

Osoba, która spożywała alkohol i kieruje pojazdem, wedle przepisów prawa może się znajdować w dwóch stanach:

- stanie po użyciu alkoholu,
- stanie nietrzeźwości.

Stan po użyciu alkoholu zachodzi, gdy zawartość alkoholu w organizmie wynosi lub prowadzi do:

- 1) stężenia alkoholu we krwi od 0,2‰ do 0,5‰ albo
- 2) obecności w wydychanym powietrzu od 0,1 mg do 0,25 mg alkoholu w 1 dm³.

Stan nietrzeźwości zachodzi, gdy zawartość alkoholu w organizmie wynosi lub prowadzi do:

- 1) stężenia alkoholu we krwi powyżej 0,5‰ albo
- 2) obecności w wydychanym powietrzu powyżej 0,25 mg alkoholu w 1 dm³.

Dokonując analizy ruchu jakiegokolwiek pojazdu, można stwierdzić, że pojazd zwykle porusza się ruchem jednostajnym lub zmiennym. Szczególnym przypadkiem ruchu zmiennego jest ruch opóźniony, w którym:

$$\frac{dV}{dt} = -a_h < 0$$

gdzie a_h – opóźnienie ruchu pojazdu;

dV – zmiana prędkości;

dt – czas, w którym nastąpiła zmiana prędkości.

STAN PSYCHOFIZYCZNY KIERUJĄCEGO A DROGA ZATRZYMANIA POJAZDU PRZED PRZEJŚCIEM DLA PIESZYCH

Następne dwa pojęcia związane z ruchem pojazdu w ruchu opóźnionym również są czasami stosowane zamiennie, chociaż jest to błędem:

- droga hamowania pojazdu,
- droga zatrzymania pojazdu.

Droga hamowania – to odległość, którą przebywa samochód w czasie faktycznego hamowania.

Droga zatrzymania – to odległość, którą przejedzie samochód od chwili zauważenia przez kierowcę przeszkody wywołującej konieczność hamowania do zatrzymania samochodu.

Oczywiście, droga zatrzymania jest zawsze dłuższa niż droga hamowania.

Łączny czas, jaki upłynie od chwili zauważenia przeszkody będącej impulsem rozpoczęcia hamowania do zatrzymania pojazdu, można zapisać w postaci sumy:

$$t_z = t_{rk} + t_u + t_h$$

gdzie:

t_{rk} – czas reakcji kierowcy,

t_u – czas uruchamiania układu hamulcowego i narastania siły hamowania,

t_h – czas pełnego hamowania, czyli z maksymalną efektywnością.

Całkowity czas reakcji kierowcy można podzielić na trzy etapy:

- czas percepcji sygnału o konieczności hamowania;
- czas podejmowania decyzji;
- czas psychofizycznej reakcji kierowcy.

Czas uruchamiania układu hamulcowego dla współczesnych samochodów przy gwałtownym naciskaniu na pedał hamulca wynosi:

- 0,15–0,30 s w hydraulicznych układach uruchamiania;
- 0,30–0,50 s w układach pneumatycznych;
- 0,15–0,35 s w układach elektropneumatycznych.

W celu obliczenia najkrótszej drogi zatrzymania pojazdu od prędkości początkowej oznaczonej V_p należy skorzystać z powszechnie znanego wzoru (oczywiście przy założeniu, że: $a_{hmax} = \mu \cdot g$ oraz V_k – prędkość końcowa = 0 m/s):

$$S_z = \left(t_{rk} + \frac{t_u}{2}\right) \cdot V_p + S_{hmin} = \left(t_{rk} + \frac{t_u}{2}\right) \cdot V_p + \frac{V_p^2}{2 \cdot g \cdot \mu}$$

gdzie:

V_p – prędkość początkowa pojazdu;

S_{hmin} – najkrótsza droga hamowania ograniczona przyczepnością opon do nawierzchni;

g – przyspieszenie ziemskie – 9,81 m/s²;

μ – współczynnik przyczepności poślizgowej.

Analizując powyższy wzór, można dojść do wniosku, że na długość drogi zatrzymania pojazdu ma wpływ wiele zmiennej. Jedną z nich jest współczynnik przyczepności uzależniony od rodzaju nawierzchni. Różne wartości współczynnika przyczepności prezentuje tabela nr 1¹.

Kolejnym elementem, który ma znaczący wpływ na długość drogi zatrzymania pojazdu, jest czas reakcji kierującego.

Tabela nr 1. Najczęściej występujące współczynniki przyczepności.

Rodzaj nawierzchni	Stan drogi	Współczynnik przyczepności ślizgowej
Beton	suchy	0,7–0,9
	mokry	0,15–0,65
Asfalt	suchy	0,6–0,9
	mokry	0,3–0,5
Droga gruntowa twarda	sucha	0,2–0,3
	mokra	0,2–0,3
Żwir		0,5
Droga pokryta śniegiem		0,1–0,3
Droga oblodzona		0,05–0,2

Źródło: *Wypadki drogowe. Vademecum biegłego sądowego*, red. A. Reza, J. Wierciński, Instytut Ekspertyz Sądowych, Kraków 2011, s. 300.

Średnie wartości czasu reakcji kierowcy wynoszą²:

- dzień, prosta sytuacja drogowa – 0,7–1,0 s;
- dzień, bardzo złożona sytuacja drogowa – 1,0–1,5 s;
- noc, oświetlenie sztuczne – 1,1–1,9 s;
- noc, droga oświetlona reflektorami pojazdu – 1,0–1,8 s.

Typowy czas reakcji kierującego samochodem to 0,8 s.

Natomiast jeżeli jest on pod wpływem alkoholu, to jego czas reakcji pokazuje tabela nr 2³.

Tabela nr 2. Wpływ alkoholu na czas reakcji.

Stężenie alkoholu w promilach	Czas reakcji (s)
0,0–0,4	1,00
0,4–0,8	1,15
0,8–1,2	1,20
1,2–1,6	1,40
Powyżej 2	Wzrasta nawet 3-krotnie

Źródło: *Wypadki drogowe. Vademecum biegłego sądowego*, red. A. Reza, J. Wierciński, Instytut Ekspertyz Sądowych, Kraków 2011, s. 541.

Poniżej przedstawiono wpływ stanu psychofizycznego kierującego samochodem na długość drogi zatrzymania pojazdu przed przejściem dla pieszych, na które wchodzi pieszy.

Dla $V_p = 50 \text{ km/h} \approx 13,88 \text{ m/s}$ – prędkość dozwolona na obszarze zabudowanym;

$\mu \approx 0,7$ – suchy asfalt;

t_{rk} – czas reakcji kierowcy – typowy $0,8 \text{ s}$;

t_u – czas narastania siły hamowania – $0,35 \text{ s}$.

$$S_z = \left(0,8 + \frac{0,35}{2}\right) \cdot 13,88 + \frac{13,88^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,7} \approx 26,50 \text{ m}$$

Droga zatrzymania wyniosła $26,50 \text{ metra}$.

Wizualizację zatrzymania pojazdu przed przejściem dla pieszych przedstawia ryc. 1 i 2.

Jak widać na wizualizacji symulacji zdarzenia, gdy kierujący jest skupiony na jeździe i prawidłowo reaguje na to, co dzieje się na drodze, to samochód zatrzyma się przed torem ruchu pieszoego wchodzącego na przejście dla pieszych.

Następnie, zachowując pozostałe parametry niezmiennione, autor wyliczył drogę zatrzymania pojazdu, przyjmując $t_{rk} = 1,15 \text{ s}$ – czyli tak, jak dla kierującego będącego w stanie po użyciu alkoholu.

$$S_z = \left(1,15 + \frac{0,35}{2}\right) \cdot 13,88 + \frac{13,88^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,7} \approx 31,50 \text{ m}$$

Droga zatrzymania wydłużyła się o ok. 5 metrów i doszło do potrącenia pieszoego przechodzącego prawidłowo po przejściu dla pieszych. Samochód uderzył w pieszoego z prędkością $7,74 \text{ m/s} \approx 27 \text{ km/h}$.

Wizualizację ruchu pojazdu i potrącenie pieszoego przedstawia ryc. 3.

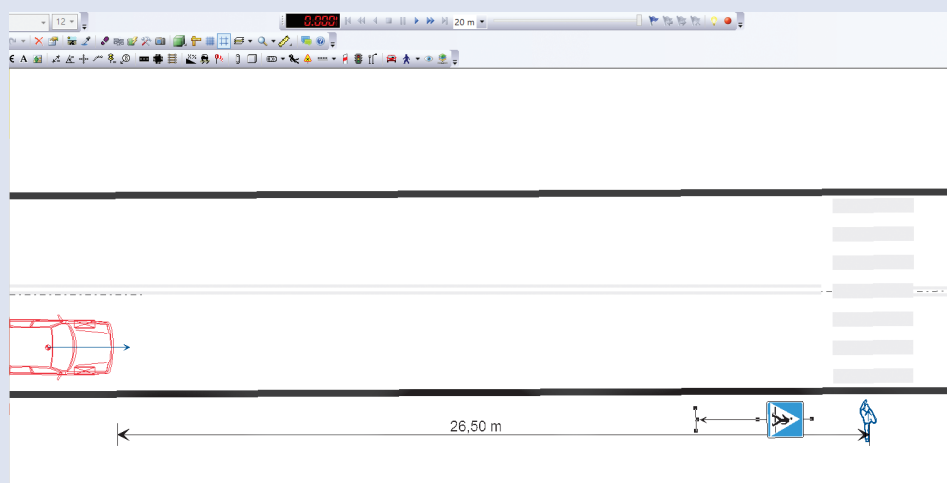
W dalszej kolejności, zachowując pozostałe parametry niezmiennione, autor wyliczył drogę zatrzymania pojazdu, przyjmując $t_{rk} = 1,40 \text{ s}$ – czyli tak, jak dla kierującego będącego w stanie nietrzeźwości – $1,2\%$ alkoholu we krwi.

$$S_z = \left(1,4 + \frac{0,35}{2}\right) \cdot 13,88 + \frac{13,88^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,7} \approx 34,73 \text{ m}$$

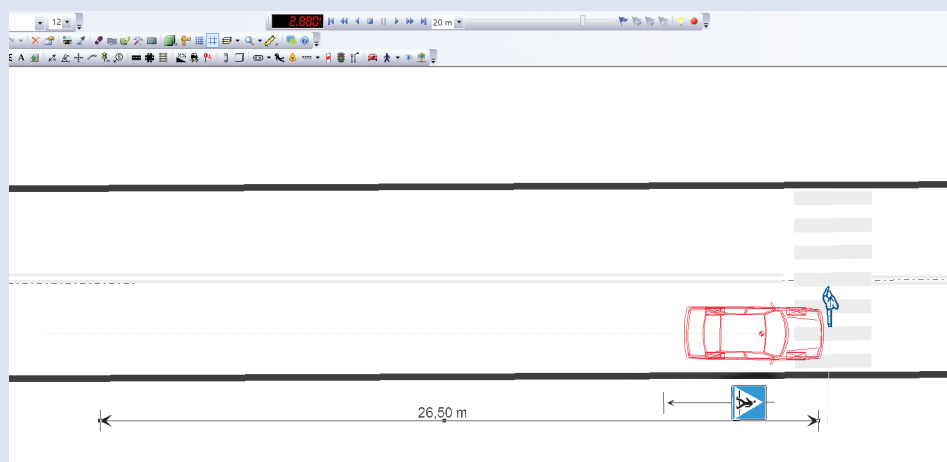
Droga zatrzymania samochodu wyniosła $34,73 \text{ m}$, czyli samochód zatrzymał się dopiero za przejściem dla pieszych, a wcześniej uderzył w pieszoego z prędkością $10,41 \text{ m/s} \approx 37 \text{ km/h}$.

Wizualizację ruchu pojazdu przy przyjętych powyżej założeniach – uderzenie pieszoego oraz zatrzymanie pojazdu za przejściem – przedstawia ryc. 4.

Ryc. 1. Wizualizacja zatrzymania pojazdu przed przejściem dla pieszych – początek symulacji.

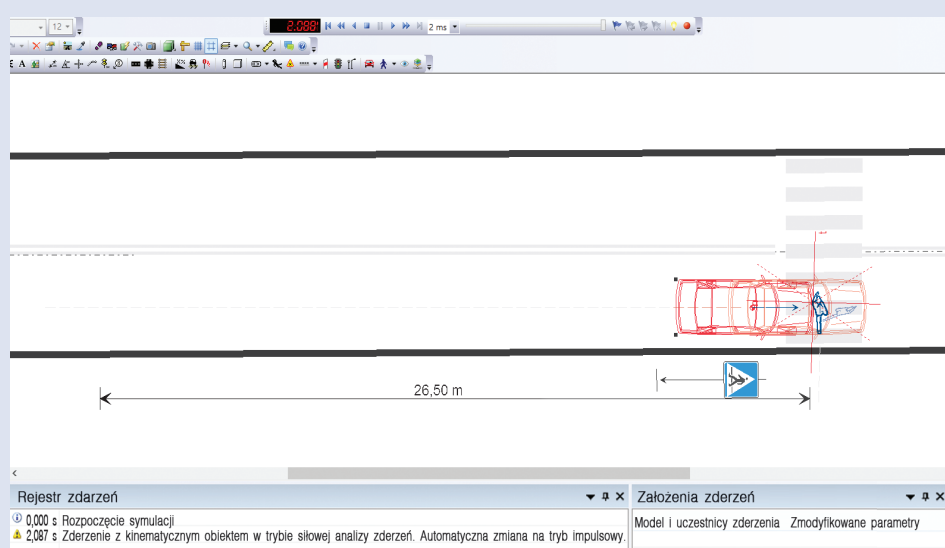


Ryc. 2. Wizualizacja zatrzymania pojazdu przed przejściem dla pieszych – trzeźwy kierowca.

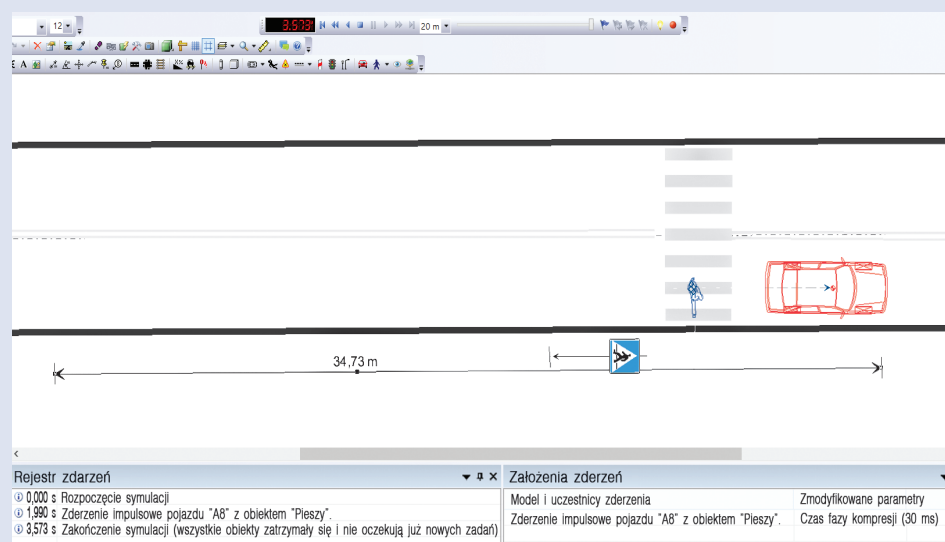


STAN PSYCHOFIZYCZNY KIERUJĄCEGO A DROGA ZATRZYMANIA POJAZDU PRZED PRZEJŚCIEM DLA PIESZYCH

Ryc. 3. Wizualizacja ruchu pojazdu i potrącenie pieszego – kierowca w stanie po użyciu alkoholu.



Ryc. 4. Wizualizacja ruchu pojazdu – kierowca w stanie nietrzeźwości uderzył w pieszego i zatrzymał pojazd za przejściem.



W badanej sytuacji droga zatrzymania wynosiła odpowiednio:

- 26,5 m – prawidłowy czas reakcji;
- 31,5 m – kierowca w stanie po użyciu alkoholu;
- 34,73 m – kierowca w stanie nietrzeźwości.

Podsumowując, należy stwierdzić, że stan psychofizyczny kierowcy pojazdem odgrywa kluczową rolę w zachowaniu bezpieczeństwa w ruchu drogowym. Jak zostało wykazane powyżej, do wypadku potrącenia pieszego nie doszło tylko w sytuacji, w której kierowca samochodem był skupiony na prowadzeniu pojazdu i prawidłowo zareagował na sytuację na drodze. Należy tutaj jeszcze zwrócić uwagę na to, że wpływ na opóźnienie czasu reakcji kierowcy mogą też mieć inne czynniki, np. rozmowa przez telefon komórkowy, co może przyczynić się do zaistnienia wypadku drogowego.

Literatura:

- Prochowski L., *Mechanika ruchu*, WKiŁ, Warszawa 2008.
 Prochowski L., *Podstawy rekonstrukcji wypadków drogowych*, WKiŁ, Warszawa 2014.
 Wicher J., *Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego*, WKiŁ, Warszawa 2012.
Wypadki drogowe. Vademecum biegłego sądowego, red. A. Reza, J. Wierciński, wyd. IES, Kraków 2011.

Summary

A psycho-physical condition of a driver and a stopping distance of a vehicle in front of a pedestrian crossing

Statutory concepts such as driver and vehicle driver as well as intoxication and condition after alcohol abuse are mentioned in the first part of the present article. Then the author defines the braking distance and the stopping distance of a vehicle. He presents the formula for calculating the shortest distance of stopping the vehicle and describes its components. In the final part he indicates the influence of the psycho-physical condition of a vehicle driver on the stopping distance and consequences of the excessive response time of a driving person.

Tłumaczenie: Renata Cedro

¹ Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. – Prawo o ruchu drogowym (Dz. U. z 2020 r. poz. 110, z późn. zm.).

² L. Prochowski, *Mechanika ruchu*, WKiŁ, Warszawa 2008, s. 125.

³ *Wypadki drogowe. Vademecum biegłego sądowego*, Instytut Ekspertyz Sądowych 2011, s. 541.