

Witold Luty  
Politechnika Warszawska  
Wydział transportu

## **PRAWNO-TECHNICZNE ASPEKTY OCENY PRZYCZEPNOŚCI NAWIERZCHNI DROGI W MIEJSCU ZDARZENIA DROGOWEGO<sup>1</sup>**

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono analizę obecnego stanu zagadnienia w zakresie oceny i dokumentowania właściwości nawierzchni drogi w miejscu zdarzenia drogowego. Szczególną uwagę zwrócono na sposób określania tych właściwości nawierzchni drogi, które odpowiadają za przyczepność kół jezdnych samochodu do podłoża. Dokonano oceny obecnych sposobów oceny przyczepności nawierzchni drogi, które mogą być stosowane w miejscu zdarzenia drogowego. Wskazano na potrzebę rozwijania metod i środków technicznych oceny przyczepności nawierzchni drogowej, które zapewnią wzrost wiarygodności procesu rekonstrukcji zdarzeń drogowych.

**Słowa kluczowe:** rekonstrukcja wypadków drogowych, przyczepność nawierzchni drogi, dokumentacja miejsca zdarzenia drogowego

### **1. WSTĘP**

Opis miejsca zdarzenia drogowego stanowi podstawę do odtworzenia jego przebiegu, w procesie rekonstrukcji i w efekcie do ustalenia udziału w winie uczestników zdarzenia. Ustalenie winy lub udziału w winie może skutkować wymiernymi konsekwencjami wobec uczestników zdarzenia drogowego, w tym np.:

- obciążeniem kosztami odszkodowania lub ich częścią wobec innych uczestników zdarzenia,
- obciążeniem kosztami mandatu za wykroczenie, w ramach przepisów prawa o ruchu drogowym,
- utratą prawa jazdy,
- pozbawieniem wolności.

---

<sup>1</sup> Praca finansowana ze środków budżetowych, w ramach projektu badawczego-rozwojowego nr N R10 0021 06/2009.

W efekcie rzetelność procesu rekonstrukcji zdarzenia drogowego niesie ze sobą istotne skutki materialne i społeczne, a los uczestników zdarzeń drogowych zależy często od opinii przedstawianych w toku postępowania wyjaśniającego lub procesowego przez rzeczoznawców lub biegłych sądowych. Opinie biegłych wykonywane są najczęściej na podstawie danych zebranych na miejscu zdarzenia drogowego przez funkcjonariuszy Policji. Szczegółowy opis miejsca zdarzenia, położenie pojazdów i ofiar dają możliwość odtworzenia przebiegu wypadku i ustalenia winy jego uczestników. W związku z tym istotne znaczenie, z punktu widzenia rekonstrukcji zdarzenia drogowego mają również kompetencje techniczne funkcjonariuszy Policji oraz metody i wyposażenie techniczne, którymi dysponują.

Obecnie około 90% spraw sądowych o ustalenie udziału w winie spowodowania kolizji drogowej, wymaga rekonstrukcji z zastosowaniem m.in. wartości współczynnika przyczepności kół jezdnych do podłoża. Źródłem informacji o stanie nawierzchni drogi w miejscu wypadku są wyniki prób prowadzonych przez Policję albo dane literaturowe.

Wiadomo, że prawdopodobieństwo zaistnienia kolizji w ruchu drogowym jest związane ze zmianami wartości współczynnika przyczepności kół jezdnych do nawierzchni drogi [1]. Współczynnik przyczepności kół jezdnych do podłoża determinuje zachowanie się pojazdu w ekstremalnych warunkach ruchu np. podczas awaryjnego hamowania, omijania przeszkody albo podczas jazdy po łuku drogi itp. W wielu przypadkach, gdy w procesie rekonstrukcji zdarzenia drogowego, konieczne jest np. ustalenie początkowej prędkości hamowania pojazdu lub bezpiecznej prędkości jazdy podczas wykonywania określonych manewrów, konieczne jest przyjęcie określonej wartości współczynnika przyczepności kół jezdnych do podłoża. W takich przypadkach rzeczoznawcy przyjmują do analizy wartości współczynnika przyczepności, które podawane są w literaturze technicznej (podręcznikach, publikacjach, poradnikach) [2,3,4]. Niestety wartości współczynnika przyczepności kół jezdnych do podłoża, które można znaleźć w literaturze różnią się znacznie. Różnice te są oczywiste z wielu powodów. W literaturze podawane są wyniki badań opon różnych konstrukcji i generacji, a badania wykonywane są przy różnych prędkościach, które często nie są podawane. Jednocześnie należy stwierdzić, że wyniki badań przyczepności ogumienia do podłoża były pozyskane w zróżnicowanych warunkach drogowych. W związku z tym istnieją podstawy do stwierdzenia, że posługiwanie się literaturowymi wartościami współczynnika przyczepności ogumienia kół jezdnych pojazdów do podłoża w analizie i rekonstrukcji rzeczywistego zdarzenia drogowego niesie ze sobą duże ryzyko popełnienia błędu w procesie sądowym, a więc niesłusznego stwierdzenia winy osoby niewinnej lub uniewinnienia faktycznego sprawcy zdarzenia. W tym miejscu należy dodać, że częste spory o wartości przyjętego współczynnika przyczepności w prowadzonym postępowaniu sądowym wydłużają czas i zwiększają koszty prowadzonych postępowań.

Na podstawie danych literaturowych oraz w oparciu o wieloletnie doświadczenie autora w dziedzinie badań ogumienia można stwierdzić, że wartości współczynnika przyczepności ogumienia kół jezdnych do nawierzchni drogi mogą zmieniać się w zależności od:

- konstrukcji opony, w tym materiału gumy i rzeźby bieżnika [5-16],
- materiału i struktury warstwy wierzchniej nawierzchni drogi oraz chwilowego stanu jej zanieczyszczenia [17,18],
- ciśnienia powietrza w kole i jego obciążenia [19],

- położenia geograficznego jezdni, a nawet położenia na pasie ruchu [20,21].

Na typowe przyczyny zmian wartości współczynnika przyczepności kół jezdnych do nawierzchni drogi składają się:

a) materiały i technologia

- różne materiały osnowy lub wypełniaczy zastosowane do wykonania nawierzchni drogi oraz różnice w technologii wykonania wpływające np. na jej właściwości tribologiczne, w tym chropowatość,

b) eksploatacja i utrzymanie drogi

- zmiany chropowatości nawierzchni drogi na skutek jej zużycia spowodowanego ruchem drogowym (zmniejszanie chropowatości),
- wyrwy i bruzdy w nawierzchni,

c) warunki drogowe

- szybkie zmiany temperatury (np. zacienienie lub nasłonecznienie nawierzchni),
- powolne zmiany temperatury i wilgotności nawierzchni jezdni w ciągu doby,
  - trwałe zmiany temperatury i wilgotności nawierzchni jezdni w ciągu roku,
  - występowanie czynnika pokrywającego nawierzchnię jezdni np. mokra jezdnia, gołoledź, oblodzenie, piach, pył, olej, itp.

W efekcie ze względu na każdą z wymienionych powyżej przyczyn, w tym samym miejscu zdarzenia drogowego, współczynnik przyczepności ogumienia kół jezdnych do podłoża może przybierać znacznie różniące się wartości. Zatem jak w takiej sytuacji można dokonać rzetelnej rekonstrukcji wypadku i w efekcie ustalić w sposób jednoznaczny winę uczestników zdarzenia na podstawie literaturowych wartości współczynnika przyczepności? Oczywiście konieczny jest pomiar współczynnika przyczepności podłoża w miejscu zdarzenia drogowego i co bardzo ważne bezpośrednio po jego zajściu. W ten sposób wynik takiego pomiaru może uwzględnić wpływ większości wymienionych wcześniej przyczyn zmian wartości współczynnika przyczepności kół jezdnych do podłoża.

Celem niniejszej pracy jest dokonanie analizy obecnego stanu wymagań w zakresie dokumentowania dowodów w miejscu zdarzenia drogowego ze szczególnym uwzględnieniem właściwości nawierzchni drogowej oraz służących temu środków technicznych.

## **2. OCENA STANU NAWIERZCHNI DROGI W ŚWIETLE WYMAGAŃ W ZAKRESIE OPISU MIEJSCA ZDARZENIA DROGOWEGO**

Na dzień dzisiejszy do podstawowych aktów prawnych dotyczących postępowania Policji oraz dokumentowania miejsca zdarzenia drogowego należą:

- 1) Zarządzenie nr 609 Komendanta Głównego Policji z dnia 25 czerwca 2007 r. w sprawie sposobu pełnienia służby na drogach przez policjantów [22].
- 2) Wytyczne nr 3 Komendanta Głównego Policji z dnia 5 lipca 2007 r. w sprawie postępowania policjantów na miejscu zdarzenia drogowego [23].

W pierwszej pozycji określono ogólnie obowiązki policjantów w zakresie pełnienia służby na drogach. Druga pozycja opisuje szczegółowo zakres działań policjantów związanych z zaistniałym zdarzeniem drogowym. Z wymienionych aktów prawnych wynika, że:

- czynności na miejscu wypadków drogowych, wykonuje wyłącznie policjant ruchu drogowego, mający odpowiednie przeszkolenie zawodowe,
- czynności na miejscu zdarzenia drogowego wykonują policjanci ruchu drogowego pełniący służbę w komórce obsługi zdarzeń drogowych (OZD) lub inni policjanci ruchu drogowego wyposażeni w sprzęt specjalistyczny,
- czynności, na miejscu zdarzenia drogowego, mogą wykonywać również policjanci grupy dochodzeniowo-śledczej, a w przypadku zdarzenia, w którym nie ma osoby zabitej lub rannej, w uzasadnionych okolicznościach na polecenie dyżurnego jednostki Policji - inni policjanci,
- Policjant wykonując czynności na miejscu wypadku drogowego, jest obowiązany sporządzić dokumentację z przeprowadzonych czynności procesowych, a w szczególności, szkic miejsca wypadku drogowego w skali, dokumentację fotograficzną, a w razie potrzeby i możliwości dokonać rejestracji wideo.
- Policjant wykonując czynności na miejscu kolizji drogowej, jest obowiązany:
  - a) dokonać oceny zdarzenia na podstawie śladów kryminalistycznych oraz relacji uczestników i świadków kolizji;
  - b) ujawnić, w miarę możliwości zwymiarować oraz udokumentować graficznie w notatniku służbowym ślady istotne dla rozstrzygnięcia sprawy.

W procesie dokumentowania zdarzenia lub wypadku drogowego istnieje wiele formularzy, które umożliwiają dokonywanie stosownych zapisów z przeprowadzonych czynności. Z punktu widzenia oceny ogólnego stanu oraz przyczepności nawierzchni drogi najważniejsze z są dwa dokumenty:

- Protokół oględzin miejsca wypadku drogowego,
- Protokół oględzin pojazdu.

Poniżej przedstawiono fragmenty tych formularzy dotyczące:

- warunków drogowych w miejscu wypadku (rys. 1, pole D ),
- opis stanu ogumienia kół jezdnych pojazdu (rys. 2, pole K)
- wyniki pomiarów na podstawie jazdy próbnej pojazdem, który brał udział w zdarzeniu (rys. 2, pole L).

Protokół oględzin miejsca wypadku umożliwia zapisanie informacji dotyczących warunków drogowych. Istotne informacje z punktu widzenia przyczepności nawierzchni drogowej są zapisane w następującej postaci:

- rodzaj nawierzchni (beton, asfalt, bruk, kostka, nieutwardzona),
- stan zanieczyszczenia nawierzchni np. czysta, zanieczyszczona (rodzaj zanieczyszczenia),
- chropowatość nawierzchni (gładka, nierówna, dziury, kałuże, garby, koleiny (i ich głębokość)),
- stan zaśnieżenia (śnieg świeży, rozjeżdżony, ubity, suchy, mokry),
- stan oblodzenia (lód: nie posypany, posypany-żużlem, grysem, pisakiem).

Jak widać obecny stan opisu warunków drogowych jest dość szczegółowy, ale nie zawiera informacji o faktycznych właściwościach nawierzchni drogi decydujących o

maksymalnych wartościach sił stycznych możliwych do osiągnięcia pomiędzy ogumieniem a nawierzchnią drogi. Z kolei w protokole oględzin pojazdu można zapisać informacje związane z rozmiarem opon, wzorem i stanem zużycia bieżnika, stanem napompowania oraz ich uszkodzeniami. Te informacje mogą być istotne z punktu widzenia rekonstrukcji zdarzenia drogowego, ale z punktu widzenia trybologii skojarzenia gumy bieżnika z podłożem brakuje informacji dotyczących np.:

- twardości gumy bieżnika w czołowej strefie opony,
- przeznaczenia opon (zimowe, letnie).

W protokole oględzin pojazdu można zapisać również informacje i dane uzyskane na podstawie prób drogowych pojazdu, uczestniczącego w wypadku. Zaproponowana w formularzu procedura polega na rozpędzeniu pojazdu i wyhamowaniu go z możliwie maksymalną intensywnością. Szczegółowo przewidziane są następujące warianty testu drogowego:

- rozpędzenie pojazdu do prędkości 50km/h i pomiar opóźnienia hamowania lub drogi hamowania - wynik w postaci drogi hamowania (określenie długości śladów hamowania poszczególnych kół) lub średniego opóźnienia hamowania, dodatkowo określa się skłonność pojazdu do zmiany toru ruchu (niesymetryczne hamowanie - zarzucanie osi przedniej, tylnej, w prawo, w lewo).
- rozpędzanie pojazdu do prędkości, która zapewni uzyskanie długości śladów hamowania takiej jak długość śladów zarejestrowana w miejscu wypadku (wielokrotne próby),

W tym przypadku, wyniki prowadzonych testów mogą zapewnić rzetelny opis właściwości zarówno podłoża jak i samego pojazdu, które dają realną możliwość rekonstrukcji wypadku drogowego, ale głównie wtedy, gdy analizowany jest proces hamowania.

Warunki drogowe	
Jezdnia	szerokość ..... [m], liczba pasów ruchu .....
odcinek w miejscu wypadku	PROSTY - długość ..... [m], ŁUK: W PRAWO, W LEWO, SKRZYŻOWANIE
odcinek przed miejscem wypadku	PROSTY - długość ..... [m], ŁUK: W PRAWO, W LEWO, SKRZYŻOWANIE
odcinek za miejscem wypadku	PROSTY - długość ..... [m], ŁUK: W PRAWO, W LEWO, SKRZYŻOWANIE
teren	PLASKI, WZNIESIENIE, SPADEK ..... [°] - patrząc w przyjętym kierunku
rodzaj	ASFALT, BRUK, KOSTKA, NIETWARDZONA
stan	SUCHA, WILGOTNA, MOKRA CZYSTA, ZANIECZYSZCZONA - czym ..... GŁADKA, NIERÓWNA, DZIURY, KAŁUŻE, GARBY, KOLEINY-głębokość ..... [cm] ŚNIEG: ŚWIEŻY, ROZJEŻDŻONY, UBITY, SUCHY, MOKRY LÓD: NIEPOSYPANY, POSYPANY - ŻUŻLEM, GRYSSEM, PIASKIEM
Pobocze	szerokość po stronie lewej ..... [m] szerokość po stronie prawej ..... [m]
nawierzchnia	
stan	
wysokość w stosunku do jezdnii	WYŻEJ, NIŻEJ lewe ..... [cm]      prawe ..... [cm]
Sygnalizacja świetlna w rejonie wypadku: NIE MA, JEST - DZIAŁA, NIE DZIAŁA Rodzaj sygnalizacji: TRÓJKOLOROWA, DWUKOLOROWA, JEDNOKOLOROWA, DLA POJAZDÓW WYKONLUJĄCYCH ODPLATNY PRZEWOZ - SB, ST, STK, STT Oznakowanie pionowe i poziome przed i za SPO, opisać w p. E Obszar: ZABUDOWANY, NIEZABUDOWANY, STREFA ZAMIESZKANIA Obowiązujące ograniczenie prędkości do ..... [km/h]	
Opis sytuacji wypadkowej i śladów zdarzenia	

Rys. 1. Protokół oględzin miejsca wypadku drogowego – strona 2, fragment dotyczący opisu stanu nawierzchni drogi

Tachograf: NIE MA, JEST: SPRAWNY, NIESPRAWNY

Czas na zegarze tachografu w momencie wyjścia karty  .  .  .

Czas rzeczywisty  .  .  .  Stan licznika kilometrów

Zabezpieczyć kartę tachografu!  
Kartę tachografu zabezpieczono: TAK, NIE - dlaczego .....

J Ładunek pojazdu: NIE MA, JEST: rodzaj ..... ilość .....

zamocowanie .....

Koła pojazdu

koło	Rozmiar opony, wzór bieżnika	Bieżnik	Cisnienie	Uszkodzenia
przódnie prawe		D, N	P, M, B	
przódnie lewe		D, N	P, M, B	
tyłnie prawe		D, N	P, M, B	
tyłnie lewe		D, N	P, M, B	
		D, N	P, M, B	
		D, N	P, M, B	

D - głębokość powyżej 1,5 [mm], N - głębokość poniżej 1,5 [mm]  
albo poniżej 3 [mm] dla autobusów o prędkości dopuszczalnej do 100 [km/h]  
P - optycznie dobre, M - wyraźnie za mało, B - brak ciśnienia

Jazda próbna  
Dokonać jazdy próbnej, zmierzyć opóźnienie hamowania  $a = \dots$  [m/s<sup>2</sup>] lub długość drogi hamowania  $S = \dots$  [m] z prędkości 50 [km/h]. Długość śladów hamowania kół z prędkości 50 [km/h] wynosi:  
przódnie prawe: ..... [m], przódnie lewe: ..... [m], tyłnie prawe: ..... [m], tyłnie lewe: ..... [m]  
Jeśli to możliwe odczytaj z szybkościomierza prędkość  $v = \dots$  [km/h], przy której pojazd zostawia ślady hamowania takiej długości  $S_0 = \dots$  [m] jak ujawniono w zdarzeniu.

L Czy w czasie hamowania samochód ściga: NIE, TAK - TYŁ, PRZÓD, W PRAWO, W LEWO  
przemieszczenie boczne ..... [cm]  
Wnioski z jazdy próbnej .....

**Jeśli pojazd jest niesprawny, to należy go zabezpieczyć!**

Przyczepa, naczepa: NIE MA, JEST - opis w osobnym protokole

Połączenie z pojazdem ciągnącym:  
Mechaniczne (sprzęg, dyzels): NIE ROZŁĄCZONE, ROZŁĄCZONE  
Elektryczne (przewody): NIE MA, JEST - USZKODZONE, NIEUSZKODZONE  
Przewód hamulcowy: NIE MA, JEST - USZKODZONY, NIEUSZKODZONY

W przypadku naczepy i przyczepy opisać (sfotografować) położenie dźwigni zaworu rodzaju hamowania w zależności od obciążenia!

Opis stanu technicznego i uszkodzeń w zakresie, który nie został ujęty w poprzednich punktach

Rys. 2. Protokół oględzin pojazdu – strona 3, fragment dotyczący pomiarów wykonywanych w miejscu zdarzenia przy pomocy pojazdu biorącego w nim udział i wyposażenia pomiarowego

Z punktu widzenia rekonstrukcji wypadku drogowego i procesu ustalenia winy jego uczestników, zaproponowane metody pomiaru niosą ze sobą następujące wątpliwości:

- rzetelność wyniku pomiaru w dużym stopniu zależy od kompetencji, przygotowania oraz uczciwości funkcjonariuszy realizujących takie próby – pomiar nie zapewnia wysokiego stopnia zaufania,
- w przypadku wyznaczenia drogi hamowania, pomiar może być zakłócony błędami wskazań prędkościomierza samochodu (prędkościomierz nie jest objęty nadzorem metrologicznym) - pomiar nie zapewnia wysokiego stopnia zaufania,
- pojazd uczestniczący w wypadku może ulec uszkodzeniu (uszkodzenie układu hamulcowego, układu kierowniczego, napędowego, silnika, zawieszenia, ogumienia), które mogą mieć wpływ na wynik próby hamowania lub zupełnie uniemożliwić przeprowadzenie takich prób - pomiar nie zapewnia wysokiego stopnia zaufania albo jego realizacja może być niemożliwa,
- warunki w miejscu wypadku (nadmierny ruch drogowy, lokalne zniszczenia) mogą uniemożliwiać przeprowadzenie prób drogowych – metoda nie zapewnia możliwości pozyskania wyników oceny przyczepności nawierzchni drogi,
- obecnie pojazdy patroli drogowych Policji rzadko są wyposażone w opóźnieniomierze - zakres prób objętych protokołem może być poważnie ograniczony.

Podsumowując można stwierdzić, że:

- znaczne zróżnicowanie i brak realnego powiązania dostępnych w literaturze wartości współczynnika przyczepności ze stanem nawierzchni drogi w miejscu i w czasie wypadku sprawia, że wyniki rekonstrukcji zdarzenia nie zapewniają wysokiego stopnia zaufania,
- realizacja prób drogowych przez Policję w celu oceny przyczepności powierzchni drogi często jest niemożliwa lub możliwa w ograniczonym zakresie, a wyniki prób drogowych, nie zapewniają wysokiego stopnia wiarygodności, z powodu braku potwierdzenia typowych kompetencji technicznych w zakresie prowadzonych pomiarów.

Skutki stwierdzonego stanu są następujące:

a) proces rekonstrukcji wypadków drogowych jest podatny na niekompetencję, a w skrajnym przypadku jego wyniki mogą być przedmiotem manipulacji; w efekcie wyniki rekonstrukcji są często przedmiotem sporów, co skutkuje:

- wydłużeniem czasu rozstrzygnięcia sprawy,
- osłabieniem skuteczności systemu sprawiedliwości,
- wzrostem kosztów rozstrzygania spraw,
- obniżeniem zaufania społecznego do systemu sprawiedliwości,

b) wszelkie próby zmierzające do zapewnienia możliwości realnej oceny stanu przyczepności nawierzchni drogi w miejscu wypadku są uzasadnione,

c) konieczne jest zapewnienie wiarygodności wyniku oceny stanu nawierzchni drogi w miejscu wypadku np. poprzez stosowany nadzór metrologiczny wyposażenia oraz nadzór na kompetencjami personelu.

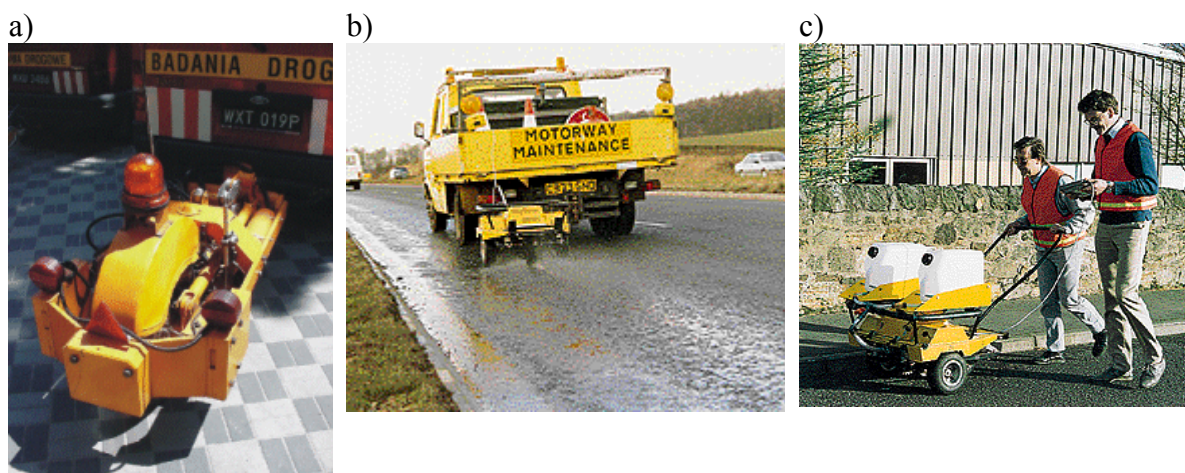
### **3. WYMAGANIA WOBEC PRZYRZĄDU POMIAROWEGO DO OCENY PRZYZEPNOŚCI NAWIERZCHNI DROGI W MIEJSCU ZDARZENIA DROGOWEGO**

Wobec wcześniej sformułowanych wniosków można stwierdzić, że zebranie odpowiednich dowodów, które umożliwią dokonanie rzetelnej rekonstrukcji zdarzenia drogowego może zapewnić przyrząd do oceny przyczepności nawierzchni drogi, który znajdzie się na wyposażeniu patroli Policji. Należy jednak zadbać o to, aby przyrząd do oceny przyczepności nawierzchni drogi posiadał odpowiednie cechy. Poniżej zestawiono podstawowe wymagania stawiane takiemu przyrządowi:

- przyrząd powinien zapewnić pomiar wartości współczynnika przyczepności zarówno w określonym miejscu jak i wzdłuż określonej ścieżki np. śladu hamowania, ale również wzdłuż oraz w poprzek pasa drogowego,
- przyrząd powinna obsługiwać jedna przeszkolona osoba, bez większego wysiłku fizycznego oraz bez specjalnego napędu,
- należy zadbać, aby przyrząd do pomiaru przyczepności nawierzchni drogi był możliwie prosty w obsłudze i odporny na ludzkie błędy lub możliwości celowego zniekształcenia wyników pomiaru,
- niski koszt zakupu oraz eksploatacji, ze względu na konieczność wyposażenia licznych patroli Policji oraz ośrodków rzeczoznawców,

- przyrząd powinien być lekki i mały na tyle, aby można było przewozić go w radiowozie policyjnym,
- w celu zapewnienia wysokiego stopnia zaufania, przyrząd powinien być objęty nadzorem metrologicznym, a obsługujący personel przeszkolony i nadzorowany w zakresie kompetencji technicznych.

Na świecie są stosowane różne przyrządy do oceny przyczepności nawierzchni drogi. Różnorodność spotykanych rozwiązań wynika z różnych celów ich zastosowania. Biorąc jednak pod uwagę przyjęte kryteria można określić kierunek prac rozwojowych zmierzających do budowy przyrządu. Prawdopodobnie najlepszym przyrządem do oceny przyczepności ogumienia do podłoża byłaby przyczepa dynamometryczna. Przyczepy stosowane w Polsce oraz w wielu krajach na świecie mimo różnej konstrukcji dają wiarygodne i porównywalne wyniki pomiarów współczynnika przyczepności ogumienia do podłoża (rys. 3).



Rys. 3. Przykłady przyczep dynamometrycznych stosowanych do oceny przyczepności nawierzchni drogi [25,26]; a) polska przyczepa typu SRT, b) przyczepa Griptester w wersji ciągniętej przez pojazd; c) przyczepa Griptester w wersji napędzanej przez operatora;

Takie przyczepy jak również ich mniejsze odpowiedniki ciągnięte przez samochód lub napędzane siłą operatora nie spełniają przyjętych kryteriów ze względu na wymiary, masę, koszt zakupu oraz koszt eksploatacji. Istnieją jednak przyrządy o znacznie mniejszych wymiarach, które są stosowane również do oceny przyczepności nawierzchni drogowych. Przykłady takich przyrządów przedstawiono na rysunku 4.

Przyrząd wahadłowy (British Pendulum Tester) jest w zasadzie standardem. Stosowany jest przez drogowców do oceny przyczepności nawierzchni drogowej zgodnie z normą [30]. Do pomiaru wykorzystywana jest próbka gumowa-„ślizgacz”, której koszt jest niewielki. Wynik pomiaru uzyskiwany przy pomocy tego przyrządu dotyczy każdorazowo jednego punktu. Zatem jego zastosowanie do oględzin miejsca wypadku niesie ze sobą poważne niedogodności. Korzystniejszym rozwiązaniem jest np. „VTI GRIP Tester”, który umożliwia ocenę przyczepności nawierzchni drogi na określonym, nawet długim odcinku. Do pomiaru wykorzystywane jest małe koło ogumione (wysoki koszt próbki) a mierzony jest opór poślizgu koła przy ustalonej wartości jego poślizgu względnego (ok. 25%). Nie



oddaje on zatem „czystego” współczynnika przyczepności próbki do podłoża. Oba przyrządy również ze względu na stosunkowo wysoką cenę zakupu nie spełniają przyjętych kryteriów.

W praktyce do oceny przyczepności nawierzchni drogi często stosowane są najprostsze rozwiązania, np. w postaci przyrządów zwanych potocznie „drag sled”. Przykłady takich zestawów w różnych odmianach pokazano na rysunku 5.

British Pendulum Tester



VTI GRIP Tester



Rys. 4. Przykłady przenośnych przyrządów pomiarowych, stosowanych do oceny przyczepności nawierzchni drogowych [28,29]

Drag sled typu płaskiego + siłomierz



Drag sled, wycinek opony + siłomierz



Rys. 5. Przykłady testerów typu „drag sled” stosowanych do oceny przyczepności nawierzchni drogi w miejscu zdarzenia drogowego [31,32]

Dają one zadowalające rezultaty z punktu widzenia oceny przyczepności nawierzchni drogi. Jednak ich stosowanie wymaga zachowania ściśle określonej procedury i warunków pomiaru. Wynik pomiaru może być obciążony błędami obsługi a także zniekształcony działaniami celowymi. W literaturze wspomina się braku powtarzalności wyników pomiarów wykonywanych przez różne osoby. Za główne tego przyczyny uważa się różne, niekontrolowane prędkości ciągnięcia próbki w czasie pomiaru, złe ustawienie czujnika siły względem kierunku przemieszczania, błędny odczyt wartości siły na czujniku sprężynowym [32]. W efekcie zestawy typu „drag-sled” mimo, że są tanie mają dość istotne wady z punktu widzenia powtarzalności wyników pomiaru, a zatem ich wiarygodności. Wątpliwości budzi też fakt że cały wycinek gumy, jako próbka jest niewymienny, co w przypadku zużywania w kolejnych próbach może zmieniać wynik pomiaru a całkowite zużycie prowadzi do konieczności wymiany całej części zestawu.

W rezultacie bazując na dokonanym przeglądzie można stwierdzić, że docelowy przyrząd do oceny przyczepności nawierzchni drogi, przy zachowaniu prostoty konstrukcji powinien być oparty na wymiennej, nawet jednorazowej próbce gumowej i być odporny na błędy proceduralne podczas pomiaru. Istnieją rozwiązania techniczne, które wytyczają kierunek prac rozwojowych w tym względzie. Przykładowe przyrządy elektroniczne przedstawiono na rysunku 6.

Tortus 3 – uniwersalny przyrząd do pomiaru przyczepności podłoża



DART – przyrząd elektroniczny do pomiaru przyczepności nawierzchni drogi



Rys. 6. Przykłady elektronicznych testerów typu stosowanych do oceny przyczepności podłoża [33, 34]

Przyrządy są obsługiwane przez jedną osobę praktycznie bez wysiłku. Posiadają układ pomiarowy, który mierzy współczynnik tarcia ślizgowego próbki gumowej do podłoża. Osoba dokonująca pomiarów nie ma wpływu na mierzone siły, ponieważ nadaje tylko ruch obudowie przyrządu. Przedstawiony typ przyrządu spełnia większość postawionych wcześniej kryteriów.

## 4. PODSUMOWANIE

Przeprowadzona analiza źródeł literaturowych oraz źródeł prawa umożliwia sformułowanie wniosków końcowych, w zakresie możliwości zastosowania przyrządu do

oceny przyczepności nawierzchni drogowej w miejscu zdarzenia drogowego. Sformułowano następujące wnioski:

- 1) Praktycznie jedynym organem dokonującym oceny przyczepności nawierzchni drogi w miejscu wypadku bezpośrednio po jego zajściu, jest Policja. Oczywiście jest zatem, że właśnie Policja powinna być głównym użytkownikiem przyrządu.
- 2) W obecnym stanie dokumentacja opracowywana przez Policję umożliwia dokonanie zapisów dotyczących warunków ruchu w miejscu wypadku, a także stanu nawierzchni drogi w połączeniu ze stanem pojazdu (na podstawie próby hamowania).
- 3) Dokumentacja miejsca wypadku i oględzin pojazdu, opracowywana przez Policję, nie zawiera możliwości zapisania przyczyn i kryteriów podjęcia decyzji o niewykonaniu prób drogowych.
- 4) Wyposażenie patroli Policji w przyrząd do oceny przyczepności nawierzchni drogowej w miejscu zdarzenia może stanowić istotne uzupełnienie danych zbieranych na miejscu wypadku, a przypadku braku możliwości przeprowadzenia prób drogowych, zastosowany przyrząd przenośny może zastąpić wyniki innych prób i stanowić jedyne źródło oceny przyczepności nawierzchni drogi.
- 5) Przyrząd pomiarowy do oceny przyczepności nawierzchni drogowej może być wykorzystany również przez ekspertów - rzeczoznawców dokonujących rekonstrukcji wypadków drogowych, w przypadku braku rzetelnych danych o miejscu wypadku albo z konieczności ich sprawdzenia lub uzupełnienia.
- 6) Zastosowany przyrząd powinien być prosty w obsłudze i obsługiwany przez jedną osobę, a jego konstrukcja i cechy funkcjonalne powinny zapewnić wysoki poziom rzetelności pomiaru oraz uniemożliwić manipulowanie wynikiem.
- 7) Zastosowanie przyrządu pomiarowego do oceny przyczepności nawierzchni drogi może dostarczyć dane do rekonstrukcji wypadku nie tylko z udziałem hamowania pojazdów, ale również z udziałem jazdy po łuku drogi, jazdy po utracie lub zniszczeniu ogumienia czy przemieszczaniu się pojazdu po wywróceniu (wymiana typu próbki w przyrządzie).
- 8) W dokumentacji miejsca wypadku i oględzin pojazdu konieczne jest uzupełnienie o warunki i wynik dokonywanych pomiarów (dodatkowy załącznik do protokołu).
- 9) W celu zapewnienia wysokiego stopnia zaufania do wyników pomiarów wykonywanych przy pomocy przyrządu stosowanego przez Policję, konieczne jest jego objęcie nadzorem metrologicznym oraz zapewnienie kompetencji technicznych funkcjonariuszy.
- 10) Wdrożenie przyrządu do stosowania przez patrole Policji wymaga realizacji programu pilotażowego, na etapie badań prototypu.

### **Bibliografia**

1. Seiler-Scherer L.: Is the correlation between pavement skid resistance and accident frequency significant? IVT-ETH Zürich, Conference paper STRC 2004, STRC 4rd Swiss Transport Research Conference, Monte Verità / Ascona, March 25-26, 2004.
2. Prochowski L., Unarski J. Wach W., Wicher J. inni: Pojazdy samochodowe. Podstawy rekonstrukcji wypadków drogowych, WKŁ, Warszawa 2008.
3. Mitschke M.: Dynamika samochodu. WKŁ Warszawa 1977.

4. Praca Zbiorowa: Wypadki drogowe. Vademecum biegłego sądowego. Instytut Ekspertyz Sądowych, Kraków 2002.
5. Grosch K.A., The rolling resistance, wear and traction properties of tread compounds, *Rubber Chemistry and Technology*, Vol 67, Nr 583, 1996, 495-568.
6. Heinrich G., Rennar N., Dumler H., Temperatura zeszklenia oznaczana w warunkach dynamicznych jako kryterium oceny poślizgu gumy bieżnikowej na mokrych nawierzchniach, *Elastomery*, maj-czerwiec, 1997, 27-36.
7. Heinrich G., Struktur, Eigenschaften und Praxisverhalten von Gummi vom polymeren Netzwerk zum dynamisch beanspruchten Reifen – Teil1, *GAK*, Nr 9, 1997, 687-693.
8. Nordiek K.H., Wolpers J., High Tg Polyisoprenes for Superior Wet Grip of Tire Treads, *Kautschuk und Gummi Kunststoffe*, Vol. 43, Nr 9, 1990, 755-760.
9. Prochowski L., Wieczorek M., Poślizg bieżnika a właściwości eksploatacyjne opon, *Zeszyty Instytutu Pojazdów, Politechnika Warszawska*, 2, 1997, 55-72.
10. Prochowski L., Wieczorek M., Wpływ zmian w konstrukcji opon o obniżonym profilu na ich współpracę z nawierzchnią drogi, *Zeszyty Instytutu Pojazdów, Politechnika Warszawska*, 3, 1998, 57-64.
11. Takino H., Inada S., Okazaki T., Sakashz T., Micro-Incompatible Polymer Blends for High Performance Tire Applications, *Kautschuk und Gummi Kunststoffe*, Vol. 43, Nr 9, 1990, 761-766.
12. Takino H., Nakayama R., Yamada Y., Viscoelastic Properties of Elastomers and Tire Wet Skid Resistance, *Rubber Chemistry and Technology*, Vol. 70, Nr 584, 1996, 584-594.
13. Takino H., Takahashi H., Yamano K., Kohjiya S., Effects of Carbon Black and Process Oil on Viscoelastic Properties and Tire Wet Skid Resistance, *Tire Science and Technology*, Vol. 26, Nr 4, 1998, 241-257.
14. Takino H., Isobe N., Tabori H., Kohjiya S., Effects of Cohesion Loss Factor no Wet Skid Resistance of Tread Rubber, *Tire Science and Technology*, Vol. 26, Nr 4, 1998, 258-276.
15. Ciępka P., Janczur R., Reza A., Zębala J.: Wpływ mieszanki i rzeźby bieżnika opon bieżnikowanych na bezpieczeństwo czynne pojazdów. X konferencja Problemy rekonstrukcji wypadków drogowych, Instytut ekspertyz sądowych, 2006.
16. Ciępka P., Reza A., Zębala J.: Wpływ mieszanki opon bieżnikowanych na opóźnienie hamowania samochodu. Rozwój techniki samochodowej a ubezpieczenia komunikacyjne. II Konferencja naukowo-techniczna, Radom 16-17 czerwca 2004.
17. Dudziak M., Kędziora K., Lewandowski A., Warszczyński J.: Szorstkość nawierzchni bitumicznej a efektywność hamowania samochodu osobowego w warunkach zagrożenia bezpieczeństwa. IX konferencja Problemy rekonstrukcji wypadków drogowych, Instytut ekspertyz sądowych, 2004.
18. Dudziak M., Kędziora K., Lewandowski A., Waluś K.J.: Wpływ cech topografii nawierzchni drogowej na intensywność hamowania samochodu osobowego z układem przeciwblokującym koła (ABS). X konferencja Problemy rekonstrukcji wypadków drogowych, Instytut ekspertyz sądowych, 2006.
19. Luty W., Prochowski L.: Modelowanie charakterystyk przyczepności ogumienia samochodów ciężarowych. *Zeszyty naukowe PW*, 4/2001, 37-47.
20. Pokorski J., Szwabik B.: Zmienność współczynnika przyczepności w przekroju poprzecznym i podłużnym drogi. *Zeszyty Instytutu Pojazdów PW*, 1(40)/2001.
21. Mackey G., Road surface friction: Measurement, testing and accuracy. Transport SA, Department of transport and urban planning, South Australia.
22. Zarządzenie nr 609 Komendanta Głównego Policji z dnia 25 czerwca 2007 r. w sprawie sposobu pełnienia służby na drogach przez policjantów.
23. Wytoczne nr 3 Komendanta Głównego Policji z dnia 5 lipca 2007 r. w sprawie postępowania policjantów na miejscu zdarzenia drogowego.
24. Pokorski J., Reński A., Sar H.: SRT-4 – nowa generacja zestawu pomiarowego do badania przyczepności nawierzchni drogowych i opon samochodowych. *Zeszyty naukowe Instytutu Pojazdów PW*, Warszawa 2(74)2009r.
25. <http://www.ibdim.edu.pl/>
26. <http://www.highwaysmaintenance.com/skidtext.htm#>
27. <http://www.mastrad.com/griptest.htm>
28. Portable skid resistnce tester, <http://www.mastrad.com/pendul.htm>
29. <http://www.vti.se>

30. PN-EN13036-4:2004(U): Drogi samochodowe i lotniskowe -- Metody badań - Część 4: Metoda pomiaru oporów poślizgu/poślizgnięcia na powierzchni: próba wahadła.
31. <http://www.brakerbox.com/>
32. Bartlett W., Baxter A., Schmidt B., Stanard T., Wright W.: Comparison of drag-sled and skidding-vehicle drag factors on dry roadways. SAE Technical paper series 2006-01-1398.
33. <http://www.wessextestequipment.co.uk/Products/Tortus.aspx>
34. [http://engtech.ca/projects/2004/drag\\_sled](http://engtech.ca/projects/2004/drag_sled)

#### **LEGAL AND TECHNICAL ASPECTS OF ROAD SURFACE FRICTIONAL RESISTANCE EVALUATION IN PLACE OF TRAFFIC ACCIDENT**

**Abstract:** An analysis of current issue in scope of making evidence documentation about properties of road pavement in place of traffic accident is presented in this paper. Especially there were focused on method to determine these road pavement properties, which are responsible for its frictional resistance in interaction with car tired wheels. General evaluation of current methods to determine road frictional resistance, used in traffic accident places, was made. There were indicated that it is still needed to develop of methods and technical means for road frictional resistance evaluation, which can provide reliability growth of traffic accident reconstruction process.

**Keywords:** road accident reconstruction, frictional resistance of road surface, accident place documentation