

mł. kpt. inż. Michał Słota

Komenda Powiatowa Państwowej Straży Pożarnej w Myszkowie

st. bryg. dr inż. Mirosław Sobolewski

kpt. mgr inż. Dominika Gancarczyk

Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego

Szkoła Główna Służby Pożarniczej

Badanie wpływu metody oczyszczania zaolejonej powierzchni na współczynnik tarcia

Abstrakt

Zanieczyszczenia nawierzchni drogi rozlanym paliwem węglowodorowym i związane z tym zmniejszenie przyczepności kół pojazdów jest jedną z przyczyn wypadków komunikacyjnych. Obecnie nie istnieją żadne uregulowania pozwalające ocenić, czy zastosowana metoda usuwania zanieczyszczeń olejowych w wystarczającym stopniu pozwoliła na przywrócenie pierwotnego współczynnika tarcia nawierzchni. Wybór metody usuwania zanieczyszczeń olejowych z dróg powinien uwzględniać także jej wpływ na środowisko przyrodnicze.

W artykule przedstawiono wyniki badań efektywności likwidowania śliskości nawierzchni za pomocą najczęściej stosowanych metod usuwania zanieczyszczeń olejowych z powierzchni dróg – zastosowanie sorbentu, zmywanie dyspergentem, zmywanie roztworem pożarniczego środka pianotwórczego. Zastosowano różne nawierzchnie występujące na ciągach komunikacyjnych: nawierzchnię asfaltową, przemysłową epoksydową, oraz nawierzchnię z płyt gresowych. Do badania współczynnika tarcia wykorzystano metodę pomiaru najmniejszego kąta nachylenia płaszczyzny przy którym próbnik o określonej masie zaczyna się zsuwać. Wykazano, że żadna z badanych metod nie pozwoliła na przywrócenie pierwotnego współczynnika tarcia. Najlepszy efekt usuwania śliskości nawierzchni uzyskano po zastosowaniu sorbentu uniwersalnego i zebraniu zużytego sorbentu z wchłoniętą cieczą. Dobre własności przywracania przyczepności nawierzchni uzyskano również po zastosowaniu dyspergentu.

Słowa kluczowe: zanieczyszczenia olejowe, własności przeciwpoślizgowe, sorbent, metody oczyszczania nawierzchni, ochrona środowiska

Effects of Diesel Spillages Clean-Up Procedures on Road Surface Grip

Abstract

Road surface skid resistance is one of the key elements required for ensuring road users safety. Reduction of vehicle wheel grip caused by diesel spillages is one of the causes of traffic accidents. There are currently no guidelines and procedures to assess the effectiveness of applied clean-up procedures of restoring the original friction coefficient of road surface. Selection of the method of removing oil contaminants from roads should also take into account its impact on the natural environment.

This article presents the results of the studies of effect of diesel spillages clean-up procedures on road surface friction coefficient – the use of sorbent, dispenser and foam concentrate. Different types of the communication lines surfaces were tested: asphalt surface, epoxy industrial surface, and ceramic tiles surface. The coefficient of friction was determined by measuring the angle of inclination of the plane at which the specimen of the specified mass begins to slide. It was shown that none of the tested clean-up procedures allowed for the restoration of the original coefficient of friction. The best effect of reducing slipperiness of the surface was obtained after use of sorbent and collected waste sorbent with absorbed liquid. The use of a dispersant also gives the good properties of restoring the original friction coefficient of road surface.

Keywords: diesel spillages, sorbent, clean-up procedures, environmental protection

Wstęp

Własności przeciwpoślizgowe nawierzchni drogowych są istotnym parametrem wpływającym na bezpieczeństwo użytkowników drogi. Definiuje się je jako zdolność do wytworzenia siły tarcia pomiędzy nawierzchnią drogową, a kołami pojazdów w warunkach wzajemnego poślizgu. Odpowiednia szorstkość nawierzchni zapewnia zarówno poruszanie się pojazdu, jak również wpływa na długość drogi hamowania. Własności przeciwpoślizgowe są również jednym z wymagań stawianym nawierzchniom drogowym w Polsce. Wymagania te, w zależności od rodzaju drogi, zawarte są w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 16 stycznia 2002 r. w sprawie przepisów

techniczno-budowlanych dotyczących autostrad płatnych [1] oraz w Obwieszczeniu Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 23 grudnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie [2]. W Polsce własności przeciwpoślizgowe ocenia się na podstawie współczynnika tarcia. Parametry szorstkości nawierzchni bada się za pomocą urządzenia SRT-3 (Skid Resistance Test), które pozwala na pomiar współczynnika tarcia przy 100% poślizgu koła pomiarowego [3, 4].

Zmiana parametrów szorstkości nawierzchni spowodowana zarówno mokrą nawierzchnią, jak i innymi zanieczyszczeniami, takimi jak błoto, rozlane paliwo węglowodorowe lub inne samochodowe płyny eksploatacyjne, wpływa na bezpieczeństwo uczestników ruchu. Wycieki oleju napędowego na nawierzchnię drogową mogą zmniejszyć odporność na poślizg oraz prowadzić do długotrwałego uszkodzenia struktury drogi [5, 6, 7].

Wpływ własności przeciwpoślizgowych na liczbę wypadków na mokrych nawierzchniach był przedmiotem badań już w latach 70. XX wieku. Wykazano pewną krytyczną wartość współczynnika tarcia, po przekroczeniu której wypadkowość wzrasta. Podobne wnioski wynikają z badań prowadzonych w innych krajach, m.in. w Wielkiej Brytanii, Czechach czy Francji. Określenie dokładnej zależności pomiędzy wypadkiem na skutek poślizgu, a własnościami przeciwpoślizgowymi jest bardzo trudne ze względu na dużą liczbę zmiennych oraz niewystarczające dane w oficjalnych statystykach wypadków komunikacyjnych. Jednakże dotychczasowe badania wskazują na korelację pomiędzy spadkiem liczby zdarzeń drogowych, a poprawą parametrów szorstkości nawierzchni [7, 8, 9].

Śliskość nawierzchni spowodowana zanieczyszczeniem jej paliwem węglowodorowym, w wyniku wypadu komunikacyjnego czy wycieku z uszkodzonego zbiornika samochodu była omawiana w aspekcie bezpieczeństwa ruchu pojazdów jako jedna z częstych przyczyn wypadków samochodowych [5, 10, 11].

W Wielkiej Brytanii badano skuteczność metod stosowanych do usuwania rozlewiska paliwa węglowodorowego z jezdni w przywracaniu parametrów szorstkości nawierzchni. Po analizie zdarzeń wytypowano najczęściej stosowane procedury usuwania plam olejowych. Działania służb ratowniczych i innych służb porządkowych najczęściej polegały na zbieraniu

rozlewiska olejowego za pomocą piasku, profesjonalnego sorbentu oraz zmywaniu plamy za pomocą wody z detergentem. Wykazano, że żadna z wytypowanych metod nie usunęła w całości oleju napędowego z porów oraz nie przywróciła pierwotnych parametrów szorstkości. W badaniach najbardziej efektywne okazało się zastosowanie roztworu detergentu. W pracy zwrócono uwagę na konieczność zabezpieczenia i zebrania odpadów stałych oraz ciekłych powstałych w trakcie działań z użyciem dyspergentów. Badania własności przeciwpoślizgowych wykonano za pomocą tzw. „wahadła angielskiego” [12]. Podobne wnioski wynikają z testów laboratorium TRL (Transport Research Laboratory UK), w których badano zdolność do przywracania szorstkości nawierzchni za pomocą piasku i profesjonalnego sorbentu. Pomiar przeprowadzono w rzeczywistej skali, na powierzchni asfaltowej i betonowej przy użyciu dwóch samochodów poślizgowych oraz urządzenia SRT-3. Najlepszy efekt przywracania pierwotnego współczynnika tarcia uzyskano po zastosowaniu sorbentu, a następnie zebraniu sorbentu z wchłoniętą cieczą z nawierzchni. W badaniach potwierdzono nieskuteczność stosowania piasku do usuwania rozlewiska olejowego z nawierzchni drogowej [10]. Również wyniki badań efektywności przywracania współczynnika tarcia przeprowadzone w Zakładzie Środków Gaśniczych SGSP wykazały największą skuteczność w usuwaniu śliskości nawierzchni po zastosowaniu sorbentu mineralnego i całkowitym sprzątnięciu sorbentu z wchłoniętą cieczą z powierzchni drogi [13].

Inne badania sprawdzające efektywność stosowania dostępnych na rynku dyspergentów w usuwaniu plam olejowych z nawierzchni asfaltowej przeprowadzono w Danii. Ocenie poddano 20 różnych preparatów, biorąc pod uwagę ich skuteczność, wpływ na środowisko, uszkodzenia struktury warstwy bitumicznej drogi oraz koszt produktu. W badaniach zwrócono uwagę, że ze względu na teksturę nawierzchni drogowych występujących w kraju, paliwo węglowodorowe z łatwością wnika w pory, w związku z tym stosowanie granulowanych sorbentów jest mniej efektywne w porównaniu do zastosowania roztworów odtłuszczaczy [12].

W Polsce nie obowiązują żadne procedury pozwalające ocenić, czy podjęte działania przez jednostki ratownicze, ale też inne służby porządkowe, w zadowalającym stopniu przywróciły szorstkość nawierzchni. Brak jest również tego typu uregulowań w Europie. Wyjątkiem jest norma AFNOR NF P98-190:2002 obowiązująca we Francji [14], która opisuje procedurę ba-

dania wpływu stosowanych sorbentów na współczynnik tarcia nawierzchni. Badania przeprowadza się za pomocą tzw. „wahadła angielskiego”. Współczynnik tarcia wyznaczany jest dla czystej nawierzchni, a następnie dla nawierzchni po usunięciu plamy olejowej za pomocą sorbentu. Norma dopuszcza obniżenie pierwotnego współczynnika tarcia czystej nawierzchni o maksymalnie 10%. Podobna procedura badania opisana jest również w norweskiej normie DD CEN/TS 15366:2009 [15]. Norma wprowadza dwie klasy sorbentów, w zależności od stopnia przywracania szorstkości nawierzchni. I klasa dopuszcza zmniejszenie współczynnika tarcia czystej nawierzchni maksymalnie o 10%, natomiast II klasa dopuszcza zmniejszenie współczynnika tarcia o 20%. Współczynnik tarcia wyznaczany jest najpierw dla czystej nawierzchni, a następnie dla nawierzchni pokrytej olejem napędowym i posypanej sorbentem oraz dla nawierzchni po zebraniu sorbentu z wchłoniętą cieczą. Do badań również wykorzystywane jest tzw. „wahadło angielskie”.

W Zakładzie Środków Gaśniczych i Neutralizujących podjęto próbę oceny najczęściej stosowanych metod usuwania rozlewiska paliwa węglowodorowego przez jednostki Państwowej Straży Pożarnej oraz inne służby porządkowe pod względem skuteczności likwidowania śliskości nawierzchni. Przeprowadzono pomiary współczynnika tarcia dla kilku wybranych nawierzchni – asfaltowej, przemysłowej epoksydowej oraz nawierzchni z płyt gresowych. Pomiary objęły nawierzchnie suche, pokryte olejem napędowym oraz nawierzchnie oczyszczone badanymi metodami.

1. Badanie własności antypoślizgowych

1.1. Metodyka pomiaru

Szorstkość nawierzchni jest istotnym parametrem z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego. W celu zbadania wpływu zastosowanej metody oczyszczania zaolejonej jezdni na własności antypoślizgowe nawierzchni przeprowadzono szereg pomiarów współczynnika tarcia. Do pomiarów szorstkości nawierzchni zdecydowano się zastosować metodę pomiaru kąta nachylenia płaszczyzny, przy którym umieszczone na niej ciało zacznie się zsuwać. Siła tarcia F_T osiąga wtedy wartość maksymalną F_{TS} , a współczynnik tarcia równy jest tangensowi kąta nachylenia płaszczyzny [16]:

$$\mu_s = \frac{F_{TS}}{F_N} = \operatorname{tg}\alpha \quad (1)$$

gdzie:

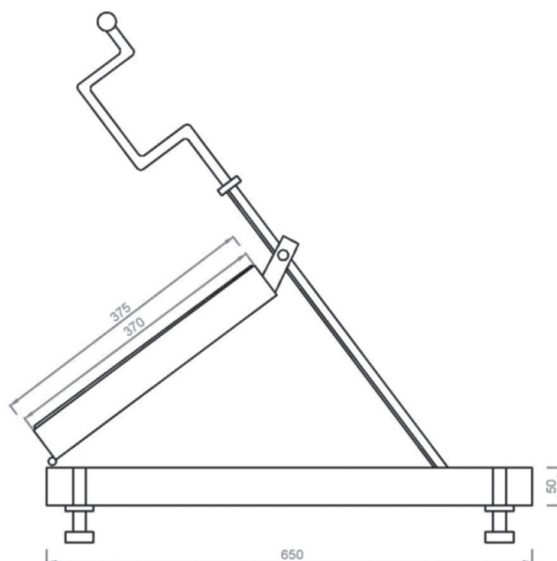
μ_s – współczynnik tarcia statycznego,

F_{TS} – maksymalna wartość siły tarcia,

F_N – siła nacisku,

α – najmniejszy kąt nachylenia równi, przy którym próbnik zaczyna się zsuwać.

Schemat stanowiska badawczego, na którym wykonywane były pomiary współczynnika tarcia przedstawiono na rys.1.



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego służącego do pomiaru współczynnika tarcia

Źródło: opracowanie własne

Badania przeprowadzono dla trzech *różnych* nawierzchni – asfaltowej, przemysłowej epoksydowej oraz nawierzchni z gresu technicznego, po których zsuwany był próbnik imitujący bieżnik opony samochodowej o masie 9 kg. Próbnik został wykonany z prostokątnego stalowego obciążnika o wymiarach $20 \times 10 \times 10$ cm, do którego przymocowano fragment bieżnika

opony samochodowej. Powierzchnia styku próbника z badaną nawierzchnią wynosiła 200 cm². Każdy pomiar rozpoczynano od opuszczenia pochylni oraz dokładnego oczyszczenia badanej nawierzchni przez odkurzenie, następnie przy pomocy pędzla badaną powierzchnię zaolejano olejem napędowym. W zależności od rodzaju nawierzchni zużywano do tego od 20 ml dla nawierzchni z płyt gresowych do 50 ml dla nawierzchni asfaltowej, w taki sposób, żeby uzyskać warstewkę oleju widoczną na nawierzchni. Różnice wynikały z charakteru badanych nawierzchni. Próbnik układano na nawierzchni w tym samym miejscu tak, aby nierówność powierzchni próbki nie miała wpływu na wyniki pomiarów. Kolejnym krokiem było podnoszenie pochylni za pomocą pręta gwintowanego do momentu zsunięcia próbника. Dla tak wyznaczonego kąta, mierzono długość boku przyprostokątnego. Długość przeciwprostokątnej nie zmieniała się i wynosiła 375 mm. Kąt, przy którym próbnik zaczął się zsuwać, obliczano z zależności: [17]

$$\alpha = \arccos\left(\frac{a}{c}\right) * \left(\frac{180}{\pi}\right) [^\circ] \quad (2)$$

gdzie:

α – kąt przy którym próbnik zsuwa się z pochylni,

a – bok przyprostokątny wyznaczony w badaniach,

c – bok przeciwprostokątny wynoszący 375 mm.

Pierwszy etap badań polegał na wyznaczeniu współczynnika tarcia suchej nawierzchni oraz nawierzchni zanieczyszczonej olejem napędowym. Następnie zbadano wpływ najczęściej stosowanych metod usuwania rozlewu oleju na przywrócenie szorstkości nawierzchni, dla każdej metody wykonano po pięć pomiarów współczynnika tarcia.

I METODA – usuwanie plamy olejowej za pomocą sorbentu mineralnego oraz pozostawienie sorbentu z wchłoniętą cieczą.

W badaniach zastosowano uniwersalny sorbent mineralny DAMSORB, o granulacji 0,5 mm – 1,0 mm, gęstości nasypowej ok. 500 g/m³ i zdolności sorpcyjnej ok. 100% [18]. Biorąc pod uwagę nominalną zdolność chłonącą, początkowa dawka sorbentu była równa masie oleju który naniesiono na nawierzchnię. Po rozprowadzeniu sorbentu za pomocą szczoty, oceniano wizualnie efekt doczyszczania i jeżeli była taka potrzeba dosypywano sorbentu.

Procedurę taką stosowano, wzorując się na działaniach ratowniczych prowadzonych w praktyce. Przyjętą zasadą jest zastosowanie takiej ilości sorbentu, aby cała rozlana ciecz została zebrana. W tej metodzie sorbent z wchłoniętą cieczą pozostawiono na nawierzchni. Zastosowanie sorbentów jest jedną z najczęściej stosowanych metod usuwania zanieczyszczenia jezdni. Sorbent po wchłonięciu cieczy powinien być zebrany z powierzchni drogi i oddany do utylizacji. Jednak podczas rzeczywistych zdarzeń, zwłaszcza gdy plama olejowa rozciąga się na kilkadziesiąt metrów, sorbent często pozostaje na nawierzchni drogi.

II METODA – usuwanie plamy olejowej za pomocą sorbentu mineralnego oraz zebranie użytego sorbentu.

Stosowano procedurę taką jak w metodzie I, ale w tym przypadku zbierano mechanicznie (przez zmiatanie) sorbent z wchłoniętą cieczą. W pomiarach wykorzystano również sorbent mineralny DAMSORB o właściwościach opisanych powyżej.

III METODA – usuwanie plamy olejowej za pomocą odtłuszczacza SINTAN.

Dyspergent natryskiwano na zaolejoną powierzchnię, która była nachylona pod kątem 30°, co umożliwiało spływanie nadmiaru detergentu. Dyspergent stosowano zgodnie z zaleceniami producenta. Po spryskaniu pierwszą dawką preparatu nawierzchni oceniano wizualnie efekty stosowania oraz w razie potrzeby powtarzano procedurę. Następnie tak przygotowaną powierzchnię pozostawiano na 3 minuty i badano współczynnik tarcia. Nie stosowano dodatkowego zmycia wodą. Krok ten celowo został pominięty ze względu na stosowanie takiej praktyki przez jednostki ochrony przeciwpożarowej podczas rzeczywistych działań [19].

IV METODA – usuwanie plamy olejowej za pomocą wodnego roztworu środka pianotwórczego Protektol SAT 10.

Jednostki interwencyjne PSP do zmywania plam olejowych z nawierzchni drogowych stosują również syntetyczne środki pianotwórcze, będące na wyposażeniu samochodów specjalnych. Procedura zmywania przebiegała identycznie jak w metodzie III. Do badań zastosowano roztwór środka pianotwórczego o stężeniu równym 2%. Zastosowano środek pianotwórczy syntetyczny, który zgodnie z kartą charakterystyki może być stosowany jako dyspergent w stężeniu 1–2% [20].

1.2. Charakterystyka wykorzystanych próbek nawierzchni

Nawierzchnie utwardzone to wierzchnie warstwy szlaków komunikacyjnych, zarówno drogowych jak i tych znajdujących się wewnątrz obiektów przemysłowych i magazynowych. Wybór nawierzchni związany jest bezpośrednio z przeznaczeniem drogi, planowanym natężeniem ruchu, obciążeniami na jakie może być narażona, a także z warunkami atmosferycznymi.

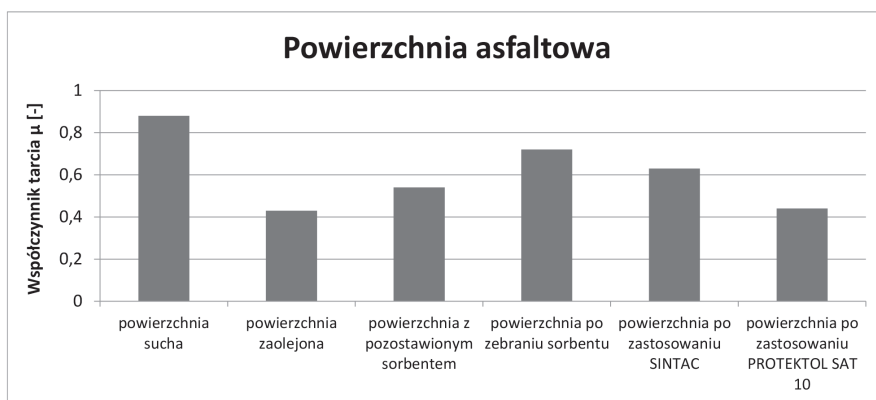
W badaniach wykorzystano trzy różne rodzaje nawierzchni:

- a) Nawierzchnia asfaltowa – wykorzystana próbka nawierzchni wykonana została z mieszanki mineralno – asfaltowej na zimno QPR 2000 o uziarnieniu 0–10 mm. Jest to mieszanina modyfikowanego lepiszcza bitumicznego oraz kruszywa łamanego, które otoczone jest upłynnionym asfaltem modyfikowanym. Mieszanka ta stosowana jest m.in. do przeprowadzania napraw częściowych nawierzchni wykonanych z materiałów bitumicznych i betonu cementowego. Próbka nawierzchni została wykonana w formie prostopadłościanu o wymiarach 350 × 350 × 45 mm. Gotową masę umieszczano we wcześniej przygotowanej i wyczyszczonej formie warstwami o grubości 1–2 cm, a następnie zagęszczano mechanicznie za pomocą ręcznej zagęszczarki. Po wypełnieniu całej formy masę ponownie zagęszczono przy pomocy zagęszczarki budowlanej oraz pozostawiono w formie przez 14 dni.
- b) Nawierzchnia przemysłowa epoksydowa – wykorzystana próbka nawierzchni wykonana została z samo rozlewnej masy posadzkowej marki Bautech – Bautech SL System. Nawierzchnia ta stosowana jest w obiektach użyteczności publicznej oraz obiektach przemysłowych, które są narażone na średnie i duże obciążenia spowodowane ruchem kołowych oraz intensywny ruch pieszy. Próbka nawierzchni została wykonana na podstawie z płyty chodnikowej o wymiarach 350 × 350 × 50. Zastosowana płyta chodnikowa została wykonana z betonu klasy C25/30, metodą wibroprasowania. Następnie postępowano zgodnie z instrukcją użycia systemu Bautech SL. Najpierw płyta została zagruntowana, następnie za pomocą ząbkowanej pacy stalowej nałożono warstwę zasadniczą. Po wykonaniu wszystkich czynności, próbka nawierzchni epoksydowej sezonowana była przez 14 dni.
- c) Nawierzchnia z gresu technicznego – próbka nawierzchni została wykonana z płytki gresu technicznego OPOCZNO. Gres to jeden z najczęściej

stosowanych okładzin posadzki. Gres powstaje z mieszanki surowców takich jak glina, kaloin, piasek kwarcowy czy barwniki naturalne. Mieszankę umieszcza się w formach, a następnie wypala w specjalnych piecach w temperaturze powyżej 1200°C. Płytkę gresu została przymocowana do płyty OSB o wymiarach 350 × 350 × 50 mm za pomocą silikonowego kleju montażowego oraz zabezpieczona 8 wkrętami budowlanymi przewierconymi do podstawy płyty. Wymiary płytki gresu to 300 × 300 × 7,2 mm.

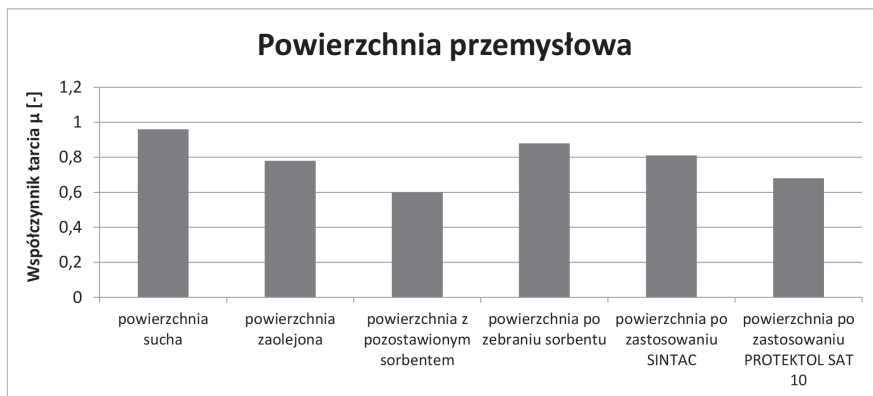
2. Wyniki badań

Wpływ metody oczyszczania na przywrócenie współczynnika tarcia badanych powierzchni przedstawiono na rys. 2, 3 i 4. Zanieczyszczenie nawierzchni asfaltowej olejem napędowym spowodowało obniżenie współczynnika tarcia o ponad połowę. Żadna z zastosowanych metod nie pozwoliła na przywrócenie pierwotnego współczynnika tarcia suchej nawierzchni. Najlepszy efekt uzyskano po zastosowaniu sorbentu i zebraniu zużytego sorbentu z wchłoniętą cieczą. Jest to jedna z najczęstszych metod stosowanych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej i służby porządkowe. Dobre własności w likwidowaniu śliskości jezdni zaobserwowano również w przypadku zastosowania odtłuszczacza SINTAC, pomimo pominięcia zalecanego przez producenta dodatkowego zmycia powierzchni wodą.



Rys. 2. Wpływ metody oczyszczania na przywrócenie współczynnika tarcia zaolejonej powierzchni asfaltowej

Źródło: opracowanie własne



Rys. 3. Wpływ metody oczyszczania na przywrócenie współczynnika tarcia zaolejonej powierzchni przemysłowej

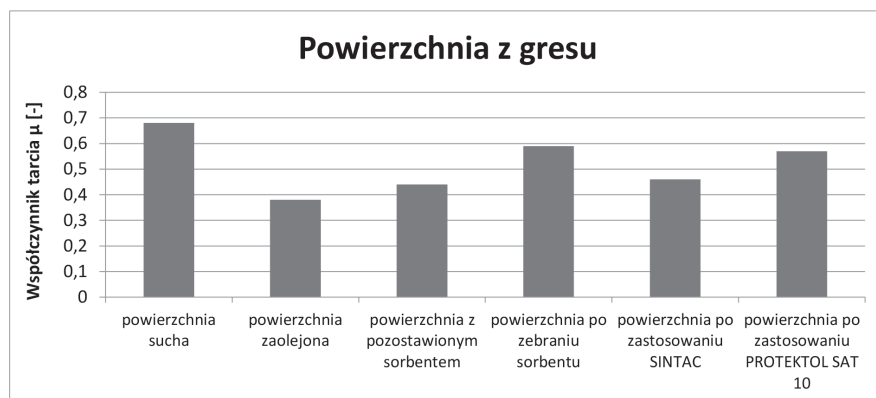
Źródło: opracowanie własne

Pokrycie powierzchni przemysłowej olejem napędowym spowodowało obniżenie współczynnika tarcia o ok. 20%, zdecydowanie mniej niż dla powierzchni asfaltowej. Największą skuteczność przywracania przyczepności nawierzchni, podobnie jak w przypadku nawierzchni asfaltowej, zaobserwowano po zebraniu rozlewiska sorbentem mineralnym i usunięciu zużytego sorbentu z nawierzchni oraz po zastosowaniu dyspergentu Sintac. Najniższy współczynnik tarcia uzyskano po posypaniu plamy olejowej sorbentem i pozostawieniu na nawierzchni, co można wytłumaczyć tym, że ziarenka sorbentu działają jak łożysko na gładkiej powierzchni epoksydowej powodując szybsze zsuwanie próbnika.

W przypadku powierzchni z płytek gresowych olej napędowy spowodował obniżenie współczynnika tarcia o niecałe 50%. Najlepszy efekt likwidowania śliskości nawierzchni został uzyskany również po całkowitym sprzątnięciu sorbentu z wchłoniętą cieczą. Zastosowanie roztworu środka pianotwórczego wykazało większą skuteczność w przywracaniu współczynnika jezdni w porównaniu do odtłuszczacza Sintac. Zależność ta nie została zaobserwowana przy pozostałych badanych nawierzchniach. Wpływ zastosowanych metod na skuteczność przywracania współczynnika tarcia dla nawierzchni z gresu pokazano na rys. 4.

Spśród badanych nawierzchni najwyższy współczynnik tarcia uzyskano dla nawierzchni przemysłowej epoksydowej, a najmniejszy dla nawierzchni

z płyt gresowych. Rozlewisko olejowe w każdym przypadku spowodowało pogorszenie własności antypoślizgowych. Niezależnie od badanej nawierzchni największą skuteczność przywracania współczynnika tarcia, ok. 90% uzyskano po usunięciu sorbentu z wchłoniętą cieczą. Stosunkowo dobre własności przywracania szorstkości nawierzchni, ok. 80% uzyskano również po zastosowaniu odłuszczacza Sintac.



Rys. 4. Wpływ metody oczyszczania na przywrócenie współczynnika tarcia zaolejonej powierzchni z gresu

Źródło: opracowanie własne

Tabela 1. Stopień przywracania szorstkości nawierzchni po zastosowaniu badanych metod oczyszczania

	Powierzchnia asfaltowa	Powierzchnia przemysłowa epoksydowa	Powierzchnia z gresu
Współczynnik tarcia suchej nawierzchni (μ_{s1})	0,88	0,96	0,63
Współczynnik tarcia nawierzchni po posypaniu sorbentem (μ_{s2})	0,54	0,60	0,44

cd. Tabeli 1.

	Powierzchnia asfaltowa	Powierzchnia przemysłowa epoksydowa	Powierzchnia z gresu
Współczynnik tarcia nawierzchni po zebraniu sorbentu (μ_{S3})	0,72	0,88	0,59
Współczynnik tarcia nawierzchni po zastosowaniu Sintac (μ_{S4})	0,63	0,81	0,46
Współczynnik tarcia nawierzchni po zastosowaniu Protektol SAT 10 (μ_{S5})	0,44	0,68	0,57
μ_{S2} / μ_{S1}	61%	63%	70%
μ_{S3} / μ_{S1}	82%	92%	94%
μ_{S4} / μ_{S1}	72%	84%	73%
μ_{S5} / μ_{S1}	50%	71%	90%

Źródło: opracowanie własne

Podsumowanie

Własności antypoślizgowe są ważnym parametrem nawierzchni drogowych. Rozlewiska cieczy ropopochodnych jak i innych płynów eksploatacyjnych towarzyszące wypadkom drogowym powodują śliskość nawierzchni. Częstym problemem z jakim spotykają się jednostki ochrony przeciwpożarowej jak i inne służby porządkowe jest ocena czy podjęte działania skutecznie przywróciły szorstkość nawierzchni.

Spośród badanych powierzchni największym współczynnikiem tarcia charakteryzowała się powierzchnia przemysłowa epoksydowa, a najmniejszym powierzchnia z płyt gresowych. Rozlewisko paliwa węglowodorowego w każdym przypadku spowodowało pogorszenie własności przeciwpoślizgowych. Najmniejszy wpływ zanieczyszczenia jezdni na zmniejszenie współczynnika tarcia uzyskano dla nawierzchni przemysłowej. Żadna z badanych metod oczyszczania nie przywróciła pierwotnego współczynnika tarcia. Jednak największą skuteczność w przywracaniu własności przeciwpoślizgowych nawierzchni uzyskano po zastosowaniu i dokładnym zebraniu sorbentu z wchłoniętą cieczą. Takie działania pozwalały na przywrócenie w ok. 90% początkowego współczynnika tarcia. Pozostawienie sorbentu na jezdni oraz użycie środka pianotwórczego do zmycia plamy olejowej nie pozwoliło na uzyskanie zadowalających wyników poprawy przyczepności nawierzchni. Stosunkowo dobre własności oczyszczające wykazał również odtłuszczacz Sintan, dodatkowe zmycie wodą preparatu z jezdni, zgodnie z instrukcją użycia zapewne zwiększyłyby zdolności do przywracania własności przeciwpoślizgowych. W przypadku zastosowania metod polegających na zmywaniu nawierzchni jednak trzeba wziąć pod uwagę skutki wprowadzania emulsji olejowych do środowiska.

Opracowanie regulacji prawnych dotyczących stosowania metod oczyszczania nawierzchni drogowych z rozlewów olejowych pozwoliłoby na poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego, poprawiło efektywność działań ratowniczych oraz pozwoliło na lepszy dobór metody oczyszczania do zaistniałej sytuacji. Należy więc kontynuować badania nad wpływem metody usuwania rozlewisk olejowych z różnych powierzchni utwardzonych na współczynnik tarcia nawierzchni.

Literatura:

- [1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 16 stycznia 2002 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących autostrad płatnych, Dz.U. 2002 nr 12 poz. 116.
- [2] Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 23 grudnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. Dz.U. 2016 poz. 124.
- [3] Mechowski T., *Sprawozdanie z realizacji pracy TD-71 pt.: Analiza i weryfikacja wymagań i procedur pomiarowych oceny właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni dróg publicznych i autostrad płatnych*, Warszawa 2005.
- [4] Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, *Ocena właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni dróg*, Warszawa 2012.
- [5] Ślosorz Z., Radwan K., Rakowska J., *Statystyka zdarzeń niebezpiecznych z udziałem substancji ropopochodnych*, Józefów 2013.
- [6] Bullas J. C., Doxford J., Hupton P., *A study of measurement methods for diesel sorbent performance, and the components of road user delay associated with diesel spills on the UK Strategic Road Network (SRN)*, Project Report STAR 2014, Highways Agency Manchester, UK 2014.
- [7] Seiler-Scherer L., *Is the correlation between pavement skid resistance and accident frequency significant?*, Conference paper: Swiss Transport Research Conference 2004, Monte Verita/Ascona, 25–26.03.20104.
- [8] Wasilewska M., Gardziejczyk W., *Właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni drogowych, a bezpieczeństwo ruchu samochodowego*. Polskie Drogi 24-10-2015 r., http://budownictwo.wnp.pl/wlasciwosci-przeciwposlizgowe-nawierzchni-drogowych-a-bezpieczenstwo-ruchu-samochodowego,254516_1_0_0.html (dostęp 10.10.2017 r.).
- [9] Żurek W., *Pomiary i sprzęt stosowany do oceny właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni na przykładzie Norwegii i Polski*. V Śląskie Forum Drogownictwa 26.04.2017 – 27.04.2017.
- [10] Lambourn R. F., Viner H. E., PPR073 – Friction tests on contaminated road surfaces. Transport Research Laboratory, Project Report PPR073, Crowthorne, UK 2006.

- [11] Kudrna J., Vojtesek A., Malis L., Nekula L., *Road skid resistance influence on the number of crash accidents*. http://www.pavement-consultants.com/media/7212/Road_skid_resistance_influence_on_the_number_of_crash_accidents.pdf. (dostęp 10.10.2017 r.).
- [12] Meitei B., Keigan M. et. al. (2010). *PPR509 – Review of diesel spillage clean-up procedures*. Transport Research Laboratory, Project Report PPR509, Crowthorne, UK 2010.
- [13] Gancarczyk D., Sobolewski M, *Wpływ rodzaju sorbentu na skuteczność usuwania zanieczyszczeń olejowych z powierzchni dróg*, Zeszyty Naukowe SGSP, nr 61 (tom 1)/1/2017, str. 53–65.
- [14] AFNOR NF P98-190:2002, *Matériels et produits d'entretien routier – Produits absorbants destinés à un usage routier – Spécifications*.
- [15] DD CEN/TS 15366:2009, *Annex D Part 1 Wet Friction of Contaminated Sorbent, Part 2 Wet Friction of Surface After Removal of Contaminated Sorbent*.
- [16] Wyznaczanie statycznego i kinetycznego współczynnika tarcia przy pomocy równi pochyłej, Uniwersytet Jagielloński, http://www.kariera.fais.uj.edu.pl/media/PF12-Tarcie_statyczne_dynamiczne.pdf (dostęp 10.12.2017).
- [17] Słota M., *Badanie wpływu metody oczyszczania zaolejonej powierzchni na współczynnik tarcia*, Praca Inżynierska, Warszawa 2016.
- [18] Materiał Firmowy DAMSORB; <http://www.im-pol.pl/s,9,DAMSORB.html> (dostęp 10.10.2017 r.).
- [19] Materiał Firmowy SINTAC, karta charakterystyki produktu SINTAN.
- [20] Karta charakterystyki środka pianotwórczego PROTEKTOL SAT 10.