

## WPŁYW EKSPLOATACJI OZNAKOWANIA POZIOMEGO DRÓG NA WARTOŚĆ SZORSTKOŚCI NAWIERZCHNI

Bezpieczeństwo w ruchu drogowym zależy od wielu czynników, podstawowe trzy to: zachowanie kierującego pojazdem, stan techniczny pojazdu, oraz droga i warunki atmosferyczne panujące na niej. Stan techniczny nawierzchni drogi, jej właściwości przeciwpoślizgowe to z punktu widzenia infrastruktury drogowej najważniejszy parametr. Nawierzchnia o wysokich właściwościach przeciwpoślizgowych, umożliwia nie tylko poruszanie się pojazdu według zadanej trajektorii ale również w dużym stopniu wpływa na skrócenie procesu hamowania [3, 12]. W Polskiej infrastrukturze drogowej znajduje się szereg zróżnicowanych nawierzchni dróg charakteryzowanych przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad. Dodatkowo liczba tych nawierzchni jest zwiększona o powierzchnie znaków poziomych, których struktura materiałowa różni się od jezdni na której są naniesione. W artykule przedstawiono badania szorstkości nawierzchni drogowych oraz znaków poziomych. Przeprowadzono analizę właściwości przeciwpoślizgowych badanych nawierzchni (asfalt, kostka brukowa) oraz znaków poziomych umieszczonych na nich (przejścia dla pieszych, miejsca parkingowe dla rodzin z dziećmi). Wykazano zmiany właściwości nawierzchni znaków poziomych w skutek ich eksploatacji.

### WSTĘP

Od początku lat 90-tych liczba pojazdów zarejestrowanych w Polsce z roku na rok wzrasta. W roku 2014 liczba pojazdów silnikowych wyniosła około 26,5 mln [7]. Dodatkowo polska jest położona na szlaku tranzytowym Europy wschód-zachód, sytuacja taka zwiększa liczbę pojazdów na polskich drogach, w 2015 roku przez zewnętrzną granicę Unii Europejskiej do Polski wjechało dodatkowo około 14 mln pojazdów [7]. W tym samym roku do Policji zgłoszono

informacje o wypadkach drogowych mających miejsce na drogach publicznych, w strefach zamieszkania lub strefach ruchu około 33 tys. W wyniku tych zdarzeń drogowych niemal 3 tys. osób poniosło śmierć, a 40 tys. zostało rannych. Dane statystyczne wskazują, iż pomimo wzrostu liczby pojazdów liczba zdarzeń drogowych i liczba osób zбитych w wyniku tych zdarzeń maleje [7].

W 2015 roku przejścia dla pieszych zajęły drugą lokatę wśród miejsc o największej liczbie zdarzeń drogowych, doszło tam do



Rys. 1. Przykładowe oznaczenia poziome

3787 wypadków (11,5% wszystkich wypadków) w których 240 osób poniosło śmierć. Natomiast na 7-yh w zestawieniu parkingach i placach odnotowano 212 wypadków i 6 osób zabitych [7]. Miejsca te łączy konieczność zachowania szczególnej ostrożności oraz wzmożony ruch pieszych. Dodatkowo powierzchnie tych neuralgicznych miejsc są pokrywane oznaczeniami poziomymi (rys. 1), których właściwości nawierzchni różnią się do nawierzchni na której są naniesione.

Zmiana parametru szorstkości powierzchni ze względu na umieszczenie na jezdni znaków poziomych wpływa na właściwości przeciwpoślizgowe uczestników ruchu. Niska wartość współczynnika szorstkości powierzchni wskazuje na wzrost podatności powierzchni na wystąpienie poślizgu. Poślizg koła w pojazdach z układem ABS wydłuża drogę hamowania przy zachowaniu sterowności pojazdu przez kierującego.

W artykule przedstawiono parametry przeciwpoślizgowe nawierzchni drogowych oraz znaków poziomych uwzględnione w przepisach prawa. Opublikowano wyniki badań szorstkości powierzchni na nawierzchniach drogowych (asfalt, kostka brukowa) oraz znakach poziomych naniesionych na nich. Poddano analizie parametry antypoślizgowe znaków poziomych.

## 1. PARAMETRY PRZECIWPÓŚLIZGOWE NAWIERZCHNI ZNAKÓW POZIOMYCH – PRZEPISY PRAWNE

W Dzienniku Ustaw [2] znajdują się szczegółowe warunki techniczne dla znaków drogowych poziomych oraz warunki ich umieszczenia na drogach. Zawiera się w nich m.n. wymagania techniczne, okres trwałości używanych materiałów, rodzaj i zakres stosowania, wzory i konstrukcje znaków, liternictwo drogowe. Głównym celem stosowania tych oznaczeń jest zwiększenie bezpieczeństwa uczestników ruchu i innych osób znajdujących się na drodze oraz usprawnienie ruchu pojazdów i ułatwienie korzystania z drogi.

Wymagania techniczne oznaczenia poziomego wskazują iż powinno ono charakteryzować się: dobrą widocznością w ciągu całej doby, wysokim współczynnikiem odbłaskowości, również w warunkach dużej wilgotności np. podczas opadów deszczu, zachowaniem minimalnych parametrów odbłaskowości w całym okresie użytkowania, odpowiednią szorstkością zbliżoną do szorstkości nawierzchni, na której są umieszczone, odpowiednim okresem trwałości, odpornością na ścieranie i zabrudzenia, szybką metodą aplikacji uwzględniającą również wymagania ekologiczne. Cechy nawierzchni drogowych zdefiniowano w [5, 6].

Tab. 1. Minimalne wymagania dla stałego oznakowania poziomego dróg [2]

Właściwości	Wymagania		
	autostrady	drogi ekspresowe	drogi pozostałe
Współczynnik luminancji p (widoczność w dzień)	0,32	0,32	0,30
Powierzchniowy współczynnik odbłasku [mcd/lx/m <sup>2</sup> ] (widzialność w nocy)	200	150	100
Wskaźnik szorstkości [SRT]	50	50	45
Trwałość (wg skali LC PC)	6	6	6

Do oznaczenia poziomego można stosować tylko materiały atestowane, których badania jakości są określone są w warunkach technicznych POD-97 [2, 8, 11]. Minimalne wymagania dla oznakowań poziomych dróg przedstawiono w tabeli 1 [2].

## 2. STRUKTURY OZNACZEŃ POZIOMYCH

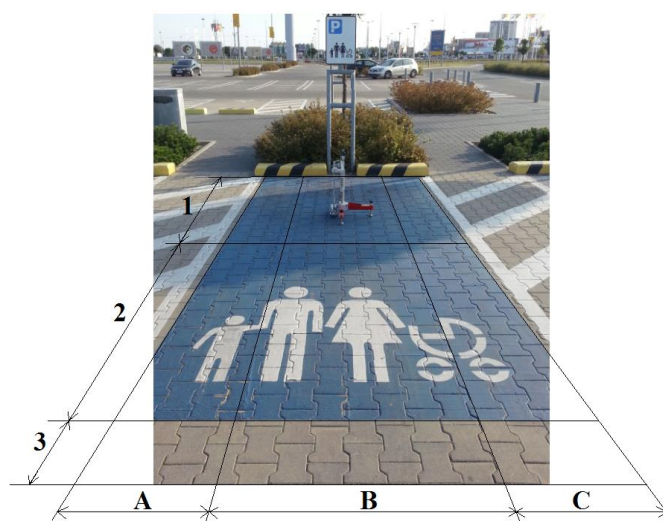
Do oznakowania cienkowarstwowego stosuje się farby rozpuszczalnikowe, wodorocieńczalne i chemoutwardzalne nakładane na mokro. Grubowarstwowe oznakowanie wykonywane jest przy użyciu mas chemoutwardzalnych, mas termoplastycznych, materiałów prefabrykowanych [2]. Nawierzchnie antypoślizgowe wykonane są ze spoiwa i pokrycia. Spoiwo to żywica epoksydowa, a pokrycie to boksyt lub granit, naturalny lub barwiony. Miejsca zastosowań takich powierzchni to: ostre zakręty, mosty, ronda, dojazdy do skrzyżowań, przejścia dla pieszych, ścieżki dla pieszych i rowerowe, wydzielone pasy ruchu i inne niebezpieczne miejsca oraz powierzchnie dekoracyjne [13]. Dla uzyskania odbłaskowości oznakowania stosuje się mikrokulki szklane lub ceramiczne o współczynniku załamania światła powyżej 1,5 [2]. Mikrokulki refleksyjne są częścią struktury zaschniętej farby oznakowania poziomego [14].

Symbole znaków pionowych w oznakowaniu poziomym wykonywane są z materiałów prefabrykowanych, które łączy się z nawierzchnią drogi przez klejenie, wtapianie, wbudowanie lub w inny sposób. Są to wycięte z arkuszy folii symbole przyklejane przez docisk bez podgrzewania, materiały termoplastyczne podgrzewane podczas aplikacji i masy przyklejane do nawierzchni klejem na zimno [4]. Na przejazdach dla rowerzystów zlokalizowanych pomiędzy skrzyżowaniami, w miejscach w których rowerzyści mogą nie być widoczni z dostatecznej odległości, dopuszcza się dodatkowe oznaczenie powierzchni przejazdu barwą czerwoną lub specjalizowane materiały na drogi rowerowe.

## 3. WYNIKI BADAŃ

Podczas badań doświadczalnych wykorzystano Wahadło Angielskie, które umożliwia pomiar wskaźnika szorstkości testowanych nawierzchni [1, 4, 9]. Wzrost szorstkości definiuje narastanie cech przeciwpoślizgowych, a spadek wzrost zagrożenia poślizgiem.

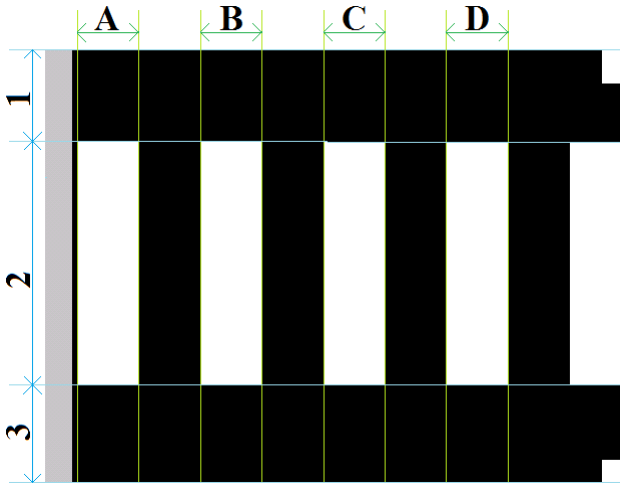
Do badań wybrano miejsce parkingowe dla rodzin z dziećmi (rys. 2) oraz dwa przejścia dla pieszych. Pierwsze klasyczne „biało-czarne” (rys. 3) i drugie stosowane najczęściej w nowszych rozwiązaniach węzłów drogowych „biało-czerwone” (rys. 4). Wyniki pomiarów zamieszczono w tabelach 2, 3 i 4.



Rys. 2. Schemat rozstawu miejsc pomiarowych na miejscu parkingowym dla rodzin z dziećmi

**Tab. 2.** Średnia wartość szorstkości w punktach pomiarowych na parkingu dla „rodzin z dziećmi”

		Średnia wartość szorstkości powierzchni		
		Obszar pomiaru		
		A	B	C
Obszar pomiaru	1	50	48	51
	2	55	50	55
	3	61	65	60



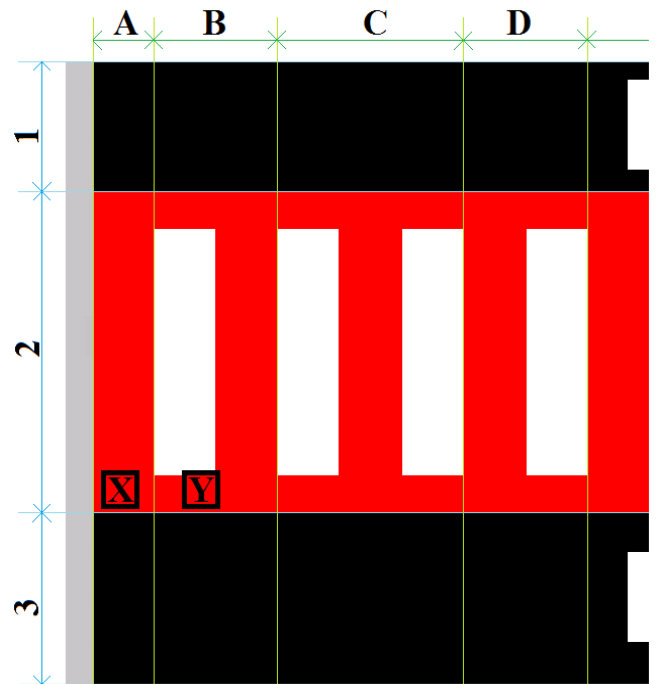
**Rys. 3.** Schemat rozstawu miejsc pomiarowych na „biało-czarnym” przejściu dla pieszych

**Tab. 3.** Średnia wartość szorstkości w punktach pomiarowych na „biało-czarnym” przejściu dla pieszych

		Średnia wartość szorstkości powierzchni			
		Obszar pomiaru			
		A	B	C	D
Obszar pomiaru	1	74	62	71	62
	2	45	39	42	40
	3	75	61	71	61

**Tab. 4.** Średnia wartość szorstkości w punktach pomiarowych na „biało- czerwonym” przejściu dla pieszych

		Średnia wartość szorstkości powierzchni			
		Obszar pomiaru			
		A	B	C	D
Obszar pomiaru	1	75	60	70	63
	2	48	55	50	55
	3	75	62	71	61



**Rys. 4.** Schemat rozstawu miejsc pomiarowych na „biało-czerwonym” przejściu dla pieszych

X)



Y)



**Rys. 5.** Widok struktury „biało-czerwonego” przejścia dla pieszych: X) obszar o małej intensywności eksploatacji; Y) obszar o dużej intensywności eksploatacji

## 4. ANALIZA WYNIKÓW I PODSUMOWANIE

Uzyskane wyniki cechują się zmiennością wartości wskaźnika szorstkości w obszarach występowania znaków poziomych. Przyczynia się do tego zarówno rodzaj materiału znaków poziomych jak i intensywność eksploatacji odcinka pomiarowego.

Pojazd wjeżdżając na miejsce parkingowe w całości pokryte farbą przemieszcza się z nawierzchni szorstkiej (około 62 stopni szorstkości) poprzez obszar występowania dwóch kolorów (około 53 stopni szorstkości) na miejsce końcowego postoju (około 50 stopni szorstkości) (rys. 6). W przypadku wjazdu w miejsce parkingowe przodem pojazdem z napędem przedniej osi najbardziej wygładzony („wyślizgany”) obszar występuje w miejscu przekazywania największej energii generowanej podczas ruszania i hamowania.

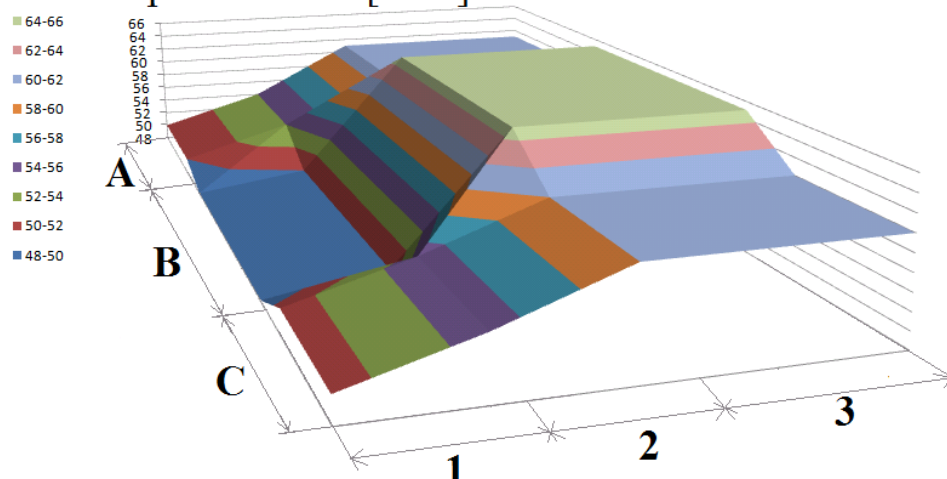
Przejeżdżając przez klasyczne „biało-czarne” przejście dla pieszych pojazd porusza się po nałożonej na nawierzchnię warstwie farby. Cechuje się ona niższymi wartościami szorstkości (około 41 stopni szorstkości) w stosunku do otaczającego pasy asfaltu (rys. 7). Zmierzony wskaźnik szorstkości oznacza duży poziom

wyeksplotowania powierzchni pasów i nie spełniania kryteriów minimalnej wartości opisanych w tabeli 1.

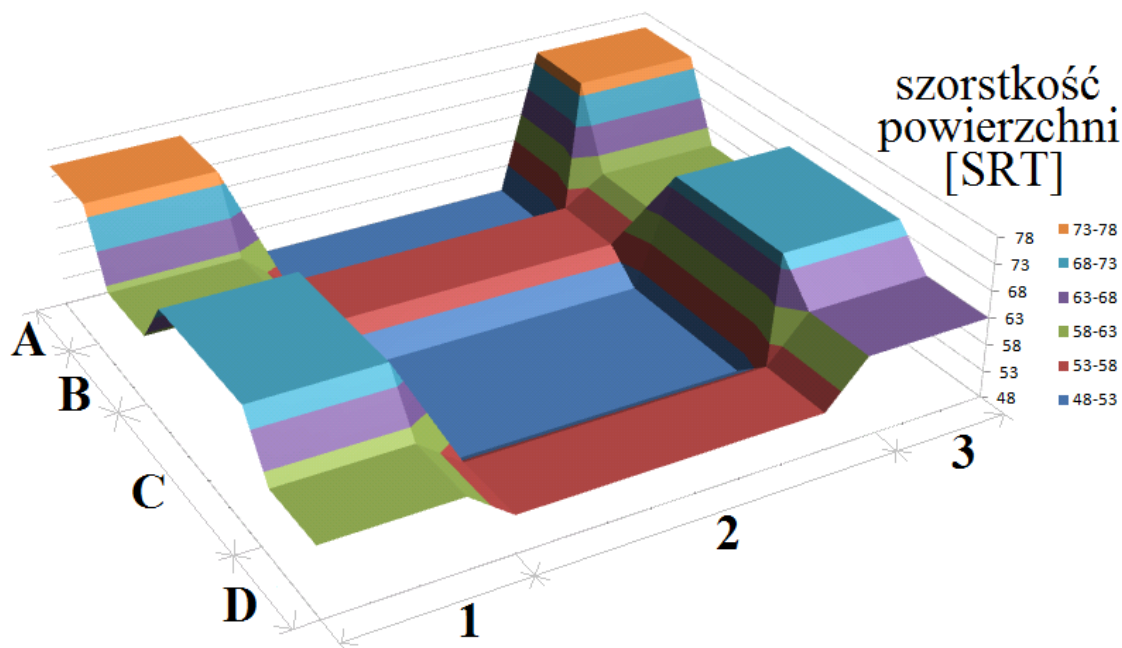
Przejście „biało-czerwone” charakteryzuje się większymi wartościami wskaźnika szorstkości w obszarach pomalowanych w porównaniu z klasycznym przejściem dla pieszych. Jednakże wartości te są nadal istotnie niższe aniżeli otaczającego przejście asfaltu. Cechą pozytywną takiej konfiguracji przejścia dla pieszych jest fakt, iż jego eksploatacja powoduje ścinanie występujących nierówności (rys. 5) i wzrost stopnia szorstkości (rys. 8).

W obszarach o zmiennej strukturze nawierzchni można spodziewać się zmian stopnia szorstkości i przyczepności. Ma to szczególne znaczenie w lokalizacjach przejść dla pieszych i ciągach komunikacyjnych pieszo-rowerowych. Nowe materiały stosowane do umieszczania poziomych znaków na drodze cechują się większą odpornością na zużycie i większą szorstkością w porównaniu z wcześniej stosowanymi. Należy jednak pamiętać, że lokalny spadek stopnia szorstkości nawierzchni powoduje wzrost zagrożenia bezpieczeństwa ze względu na możliwość wystąpienia

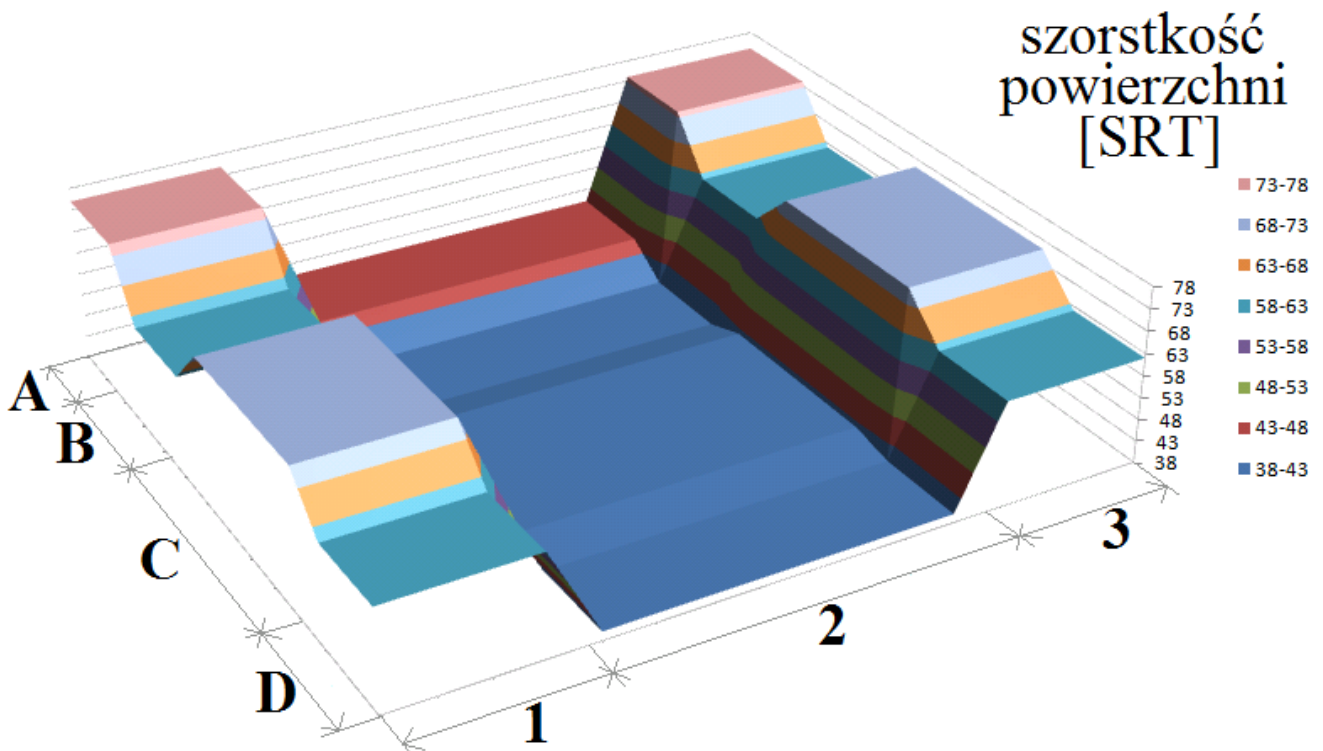
szorstkość powierzchni [SRT]



Rys. 6. Mapa szorstkości miejsca parkingowego dla rodzin z dziećmi'



Rys. 7. Mapa szorstkości przejścia dla pieszych cienkowarstwowego „biało-czarnego”



**Rys. 8.** Mapa szorstkości przejścia dla pieszych grubowarstwowego „biało-czerwonego”

poślizgu. Skutkiem tego mogą być zdarzenia drogowe z udziałem pieszych i rowerzystów.

Stać i regularna kontrola takich obszarów powinna być wymogiem oraz kryterium dopuszczenia danego odcinka drogi do ruchu pieszego/rowerowego i stanowić wytyczną do ewentualnych remontów.

**BIBLIOGRAFIA**

- Ahadi M. R., *Development an alternative test procedure BS812 accelerated polishing roadstones*, 2005, [http://www.nzta.govt.nz/resources/surface-friction-conference-2005/6/docs/development-an-alternative-test-procedure-BS812-accelerated-polishing-roadstones.pdf]
- Dz.U. z 2003 nr 220 poz 2181, Brzmienie od 30 czerwca 2015, załącznik nr 2, szczególne warunki techniczne dla znaków drogowych poziomych i warunki ich umieszczania na drogach.
- Kosiń M., Pietrzak A.: Analiza oceny wskaźnika szorstkości nawierzchni drogowych wahadłem angielskim na drodze krajowej DK-43 w okresie ujemnej i dodatniej temperatury, *Budownictwo 20*, Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej, 2014, s. 89-97, ISSN 0860-7214
- LABORATORY - PAVEMENT MATERIALS, SKID RESISTANCE TEST, NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY, School of Civil and Structural Engineering, [http://www3.ntu.edu.sg/cts/tlab/006.pdf]
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 16 stycznia 2002 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących autostrad płatnych
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie
- Symon E., *Wypadki drogowe w Polsce w 2015 roku*, Komenda Główna Policji Biuro Ruchu Drogowego, Agencja Wydawnicza ARGIs, Warszawa 2016.

- Urząd Bezpieczeństwa Ruchu: Oznaczenia poziome, Tychy DK-1 i DK-86, D.07.01.01 [ftp://kancelariapremium.pl/dk1/3\\_pytania/wyjasnienia\\_10\\_05\\_2011/Wyjasnienia\\_10\\_05\\_2011r\\_zal/Poz.4/D.07.01.01%20-%20Oznakowanie%20poziome%20-%20poprawa.pdf](ftp://kancelariapremium.pl/dk1/3_pytania/wyjasnienia_10_05_2011/Wyjasnienia_10_05_2011r_zal/Poz.4/D.07.01.01%20-%20Oznakowanie%20poziome%20-%20poprawa.pdf)
- Waluś K. J.: Zmiany cech antypoślizgowych nawierzchni bitumicznej wybranych odcinków badawczych, *Logistyka*, Instytut Logistyki i Magazynowania- 2014, nr.3, s.6575-7583,- CD-ROM 1, ISSN:1231-5478
- Warunki techniczne. Poziome znakowanie dróg. POD-97. Seria „I” - Informacje, Instrukcje. Zeszyt nr 55. IBDiM, Warszawa, 1997.
- Wasilewska M.: Wpływ charakterystyki kruszywa na właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni drogowych, *Autoreferat rozprawy doktorskiej*, Białystok 2011
- [www.termoznak.pl](http://www.termoznak.pl) dostęp (12.10.2016r.)
- [www.sklepdrogowy.pl](http://www.sklepdrogowy.pl) dostęp (12.10.2016r.)

**Impact of operation of horizontal road marking the surface roughness value**

*Traffic safety depends on many factors, basic three are: the behavior of driving a vehicle, the technical condition of the vehicle and the road and weather conditions prevailing on it. The technical condition of the road surface, the competent skid-Justice from the point of view of road infrastructure the most important parameter. Surface high anti-skid properties, makes it possible not only to move the vehicle according to the trajectory but also greatly shortens the braking process [3, 12]. The Polish road infrastructure is a broad variety of road surfaces characterized by the General Directorate for National Roads and Motorways. In addition, the number of these conditions is increased by the horizontal surfaces of the characters whose structure is different from the material of*

*the road on which they are applied. The article presents a study on the roughness of road surfaces and horizontal characters. Re-analysis was conducted anti-slip properties of the tested surfaces (asphalt, paving stones) and of signs placed on them (pedestrian crossings, parking spaces for families with children). It has been shown to change the properties of surface-character horizontal as a result of their operation.*

Autorzy:

mgr inż. **Lukasz Warguła** – Poznan University of Technology,  
Chair of Basic of Machine Design, Piotrowo street 3, 60-965  
Poznan, Poland, lukasz.wargula@put.poznan.pl

dr inż. **Konrad Jan Waluś** – Poznan University of Technology,  
Chair of Basic of Machine Design, Piotrowo street 3, 60-965  
Poznan, Poland, konrad.walus@put.poznan.pl

mgr inż. **Jakub Polasik** Poznan University of Technology,  
Chair of Basic of Machine Design, Piotrowo street 3, 60-965  
Poznan, Poland, plasik@interia.eu