

WYBRANE PROBLEMY KONSTRUOWANIA NAWIERZCHNI DROGOWYCH

Marta WASILEWSKA, Andrzej PLEWA*, Władysław GARDZIEJCZYK

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

Streszczenie: W Zakładzie Inżynierii Drogowej Politechniki Białostockiej są prowadzone badania dotyczące właściwości przeciwpoślizgowych warstw ścieralnych oraz trwałości zmęczeniowej nawierzchni drogowych. W artykule przedstawiono wyniki badań i analiz wskaźnika szorstkości nawierzchni z betonu asfaltowego i mastyksu grysowego SMA, w zależności od rodzaju i uziarnienia kruszywa oraz trwałości zmęczeniowej nawierzchni drogowych, ze zwróceniem szczególnej uwagi na betony asfaltowe o wysokim module sztywności (AC WMS). Ustalono między innymi, że nie ma możliwości prawidłowej oceny właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni drogowych tylko w oparciu o odporność na polerowanie zastosowanego kruszywa. Wykazano także, że spośród badanych mieszanek AC WMS najwyższą odporność na zmęczenie wykazały mieszanki AC WMS 16 z asfaltem modyfikowanym PMB10/40-65, zaś najniższą z asfaltem drogowym 20/30. Ustalono także, że mieszanki typu AC WMS charakteryzują się znacznie wyższą odpornością na deformacje trwałe oraz wysokim modulem sztywności przy niedużej ilości twardego bądź specjalnego asfaltu.

Słowa kluczowe: mieszanka mineralno-asfaltowa, wskaźnik szorstkości, właściwości przeciwpoślizgowe, konstrukcja nawierzchni drogowej, trwałość zmęczeniowa.

1. Wprowadzenie

Nawierzchnia drogowa jest układem warstw, z których każda pełni określone funkcje. Zadaniem warstwy ścieralnej jest między innymi zapewnienie bezpiecznego przejazdu pojazdom samochodowym oraz zabezpieczenie niżej leżących warstw przed wpływem czynników atmosferycznych. Istotną rolę w zapewnieniu bezpieczeństwa ruchu odgrywają właściwości przeciwpoślizgowe, definiowane jako zdolność do wytworzenia siły tarcia między nawierzchnią a kołami pojazdów w warunkach wzajemnego poślizgu. Miarą właściwości przeciwpoślizgowych jest współczynnik tarcia lub wskaźnik szorstkości, z uwzględnieniem tekstury nawierzchni.

Nośność konstrukcji nawierzchni jest związana z charakterystyką warstwy wiążącej oraz warstw podbudowy. Z punktu widzenia trwałości asfaltowych nawierzchni drogowych coraz większe uznanie znajduje koncepcja polegająca na tworzeniu bardzo trwałej i odpornej na obciążenie od ruchu samochodowego podbudowy połączonej z warstwą wiążącą. Tak utworzony zespół warstw jest przykrywany cienką warstwą ścieralną odporną na koleinowanie. Mieszanka mineralno-asfaltowa o takiej charakterystyce, przeznac-

czona na warstwę podbudowy i warstwę wiążącą, została po raz pierwszy opracowana we Francji pod nazwą EME (*enrobe a module eleve* – mieszanka o wysokim module sztywności). Jest to rozwiązanie, które łączy ze sobą dwie przeciwstawne cechy: odporność na koleinowanie i równocześnie bardzo dużą odporność na zmęczenie dzięki zastosowaniu bardzo twardego, specjalnego asfaltu.

Trwałość zmęczeniowa nawierzchni, modyfikacja asfaltów, właściwości przeciwpoślizgowe i podobne zagadnienia są przedmiotem wielu projektów realizowanych w laboratoriach drogowych w jednostkach naukowo-badawczych. Uczelniane laboratoria zostały w ostatnich latach wyposażone w specjalistyczną aparaturę i urządzenia badawcze. Prace w tym zakresie są również prowadzone w Zakładzie Inżynierii Drogowej Politechniki Białostockiej. Głównym ich celem jest poszukiwanie rozwiązań w zakresie trwałych i bezpiecznych nawierzchni drogowych.

W niniejszym artykule przedstawiono dwa kierunki badań realizowanych w Politechnice Białostockiej. Pierwszy z nich dotyczy badań nad właściwościami przeciwpoślizgowymi nawierzchni drogowych, w zależności od rodzaju i uziarnienia kruszywa, drugi – nad trwałością zmęczeniową nawierzchni drogowych, ze

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: a.plewa@pb.edu.pl

zwróceniem szczególnej uwagi na betony asfaltowe o wysokim module sztywności (AC WMS).

2. Rodzaj i uziarnienie kruszywa a właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni drogowej

W rzeczywistych warunkach ruchu samochodowego woda oraz drobne cząstki mineralne pod działaniem opon samochodowych polerują wystające ziarna kruszywa, przyczyniając się do śliskości nawierzchni drogowych. Parametrem, na podstawie którego ocenia się odporność na czynniki polerujące kruszywa jest wskaźnik polerowalności PSV (*Polished Stone Value*), określany według normy PN-EN 1097-8:2001. Zgodnie z Wymaganiami Technicznymi WT-1 (2010) do mieszanek mineralno-asfaltowych na drogi obciążone ruchem kategorii KR5 – KR6, powinny być stosowane kruszywa o wskaźniku PSV ≥ 50 .

W Politechnice Białostockiej od 2002 roku są prowadzone badania dotyczące przydatności kruszyw do warstwy ścieralnej ze względu ich odporność na polerowanie. Ustalone wartości wskaźnika PSV przedstawiają się następująco (Gardziejczyk i Wasilewska, 2005; Wasilewska, 2011):

- PSV > 60 – kruszywa ze skał osadowych okruchowych zwartych (piaskowce, szarogłazy) oraz żuźle stalownicze;
- PSV ≥ 50 – kruszywa ze skał magmowych o jawnokrystalicznej strukturze i zróżnicowanym pod względem twardości składzie mineralnym (porfiry, sjenity oraz niektóre granity i gabra);
- PSV < 50 – kruszywa ze skał magmowych o zbliżonej twardości minerałów (niektóre granity) lub skrytokrystalicznej strukturze (bazalty i niektóre diabazy).

Mając na uwadze wymagania zawarte w WT-1 (2010), niektóre kruszywa z dotychczas stosowanych na szeroką skalę w budownictwie drogowym, nie będą mogły być wykorzystywane do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych na warstwę ścieralną. W szczególności dotyczy to kruszyw ze skał magmowych (granodioryty, bazalty, niektóre granity) i metamorficznych (amfibolity, gnejsy), których atutem jest niska nasiąkliwość i ścieralność oraz wysoka mrozoodporność. Pewnym rozwiązaniem tego problemu jest stosowanie mieszanek mineralnych z kruszywa o wartości PSV > 50 z kruszywem o wartości PSV < 50 (Gardziejczyk i Wasilewska, 2010).

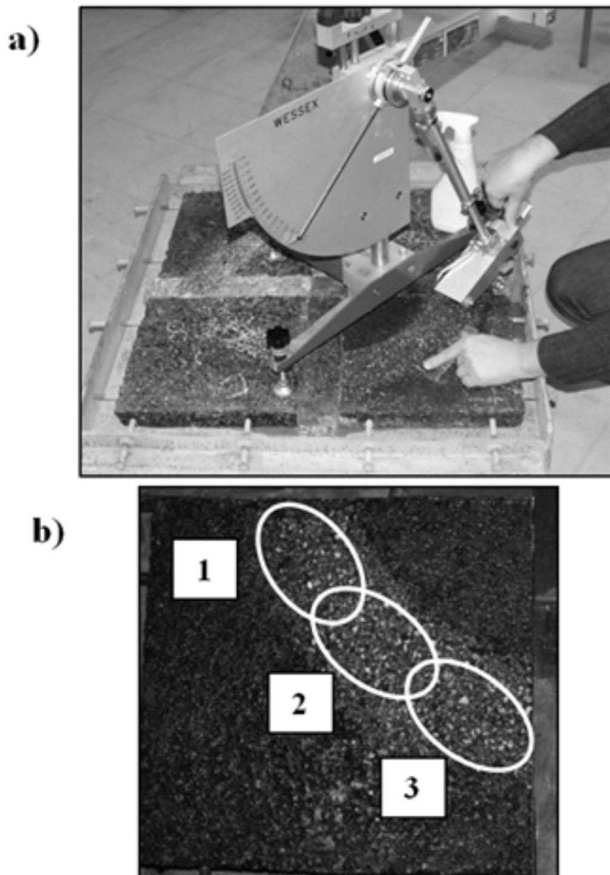
Należy zauważyć, że wskaźnik PSV ustalany zgodnie z WT-1 (2010), odnosi się tylko do materiału kamiennego. Trudno więc na tej podstawie ustalić w jakim stopniu podatność kruszywa na czynniki polerujące wpływa na właściwości przeciwpoślizgowe warstwy ścieralnej. W celu zbadania tego problemu w Politechnice Białostockiej (Wasilewska, 2011) opracowano metodę, która umożliwia dokonywanie oceny właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni drogowych w warunkach laboratoryjnych, na tak zwanej polerce płytowej (rys. 1). Przy tworzeniu stanowiska

badawczego wykorzystano doświadczenie badaczy ze Stanów Zjednoczonych i Nowej Zelandii (McDaniel i Coree, 2003; Wilson i Dunn, 2005). Warunki polerowania na polerce płytowej (czas, ilość dozowanego ścierniwa) określono w ramach badań wstępnych, z uwzględnieniem warunków polerowania przyjętych w metodzie do wyznaczania wskaźnika PSV kruszyw. Ustalono, że symulacja polerowania powinna trwać 12 godzin i przebiegać w dwóch fazach po 6 godzin każda, a miarą właściwości przeciwpoślizgowych wypolerowanych powierzchni próbek z mieszanek mineralno-asfaltowych jest wskaźnik szorstkości S mierzony wahadłem angielskim (rys. 2).



Rys. 1. Stanowisko badawcze – polerka płytowa

W ramach wykonanych badań ocenie właściwości przeciwpoślizgowych poddano warstwy ścieralne z betonu asfaltowego i z mastyksu grysowego typu SMA o uziarnieniu 0/6,3, 0/12,8, 0/16, z kruszywem granodiorytowym (PSV – 49), gabrowym (PSV – 55) i polodowcowym (PSV – 52). Wyniki przeprowadzonego eksperymentu na polerce płytowej stanowiły podstawę do ustalenia wpływu rodzaju i uziarnienia kruszywa na wskaźnik szorstkości badanych nawierzchni po dwóch fazach polerowania. W tym celu wykorzystano narzędzia analizy wariancji dla podwójnej klasyfikacji (Greń, 1975).



Rys. 2. Badania wskaźnika szorstkości: a) pomiar wahadłem angielskim, b) lokalizacja miejsc pomiaru wskaźnika szorstkości

Analizę przeprowadzono niezależnie dla warstwy ścierniczej z betonu asfaltowego i z mastyksu grysowego SMA. Za czynnik A przyjęto maksymalne uziarnienie zastosowanego kruszywa (6,3; 12,8; 16), a za czynnik B – rodzaj kruszywa, wyrażony wskaźnikiem polerowalności PSV (49; 52; 55). Jednorodność rzędu wariacji poszczególnych prób sprawdzono za pomocą kryterium Cochra (Zieliński, 1996). Zarówno w przypadku betonu asfaltowego, jak i mastyksu grysowego SMA, wariacje uznano za jednorodne, a rezultaty badań za odtwarzalne.

Tab. 1. Wyniki analizy wariacji wpływu czynników A i B na wskaźnik szorstkości betonu asfaltowego po fazie II polerowania

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Wariancja	F_{obl}	F_{kr}
Czynnik A	42,27	2	21,14	5,26	3,55
Czynnik B	83,03	2	41,52	10,34	3,55
Współdziałanie A B	17,48	4	4,37	1,09	2,93
Błąd losowy	72,29	18	4,02		

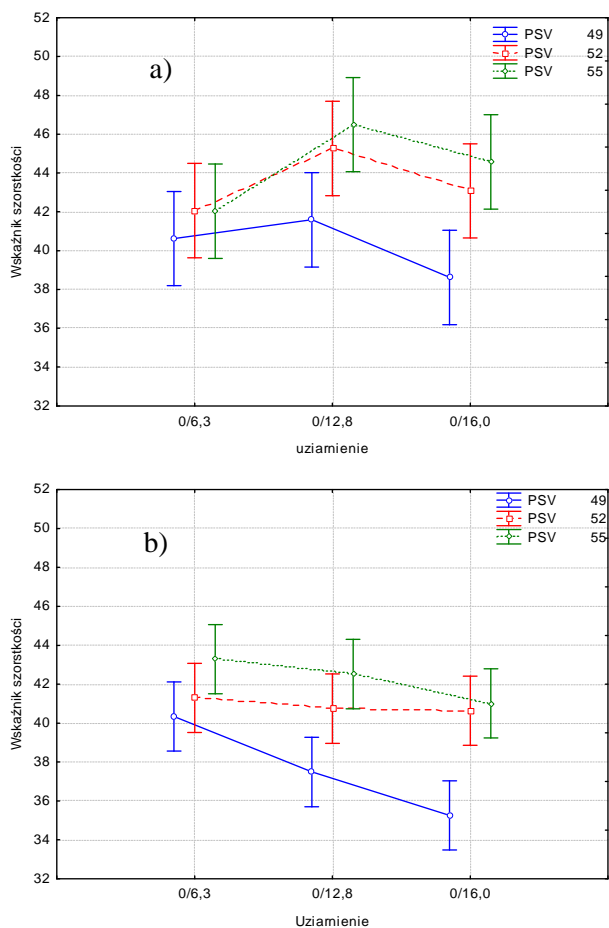
Tab. 2. Wyniki analizy wariacji wpływu czynników A i B na wskaźnik szorstkości mastyksu grysowego SMA po II fazie polerowania

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Wariancja	F_{obl}	F_{kr}
Czynnik A	32,19	2	16,10	7,49	3,55
Czynnik B	99,42	2	49,71	23,13	3,55
Współdziałanie A B	15,49	4	3,87	1,80	2,93
Błąd losowy	38,69	18	2,15		

Wyniki analizy wariacji wskaźników szorstkości nawierzchni wykonanych z betonu asfaltowego przedstawiono w tabeli 1, a z mastyksu grysowego SMA – w tabeli 2.

Sprawdzenia hipotezy o istotności wpływu czynników A i B dokonano zgodnie z kryterium Fishera. Na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ odczytana z tablic F Snedecora, przy $v_1 = n - 1 = 2$ i $v_e = N(n - 1) = 18$ stopniach swobody, wartość krytyczna wynosi $F_{A,\alpha} = F_{B,\alpha} = 3,55$. Na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ odczytana z tablic F Snedecora, przy $v_1 = 4$ i $v_e = N(n - 1) = 18$ stopniach swobody, wartość krytyczna wynosi $F_{AB,\alpha} = 2,93$. Na podstawie porównania obliczonych wartości statystyk $F_{A,\alpha}$ i $F_{B,\alpha}$ z wartościami krytycznymi F_{kr} stwierdzono, że zarówno czynnik A (uziarnienie) jak i czynnik B (rodzaj kruszywa) istotnie wpływają na wskaźnik szorstkości wypolerowanych nawierzchni z betonu asfaltowego i z mastyksu grysowego SMA. Ponieważ $F_{AB} < F_{AB,\alpha}$ współdziałanie między czynnikami A i B nie wpływa w istotny sposób na wartość wskaźnika szorstkości po zakończeniu procesu polerowania.

Na rysunku 3 przedstawiono wartości średnich wskaźników szorstkości po II fazie polerowania w odniesieniu do dwóch rodzajów warstwy ścierniczej. Jak wynika z przedstawionych danych uziarnienie kruszywa i jego wskaźnik PSV wpływają na wskaźnik szorstkości badanych nawierzchni. Wpływ ten jest jednak uzależniony od technologii wykonania warstwy ścierniczej. Najwyższe wskaźniki szorstkości otrzymano dla betonu asfaltowego 0/12,8 z kruszywem granodiorytowym i polodowcowym. W przypadku mastyksu grysowego typu SMA najkorzystniejszym rozwiązaniem jest stosowanie kruszywa o uziarnieniu 0/6,3. Ustalono, że nawierzchnia z SMA o uziarnieniu 0/16 z kruszywem granodiorytowym charakteryzuje się najgorszymi właściwościami przeciwpoślizgowymi. W przypadku betonu asfaltowego najniższą wartość uzyskano przy uziarnieniu 0/16, wykonanego na bazie kruszywa granodiorytowego.



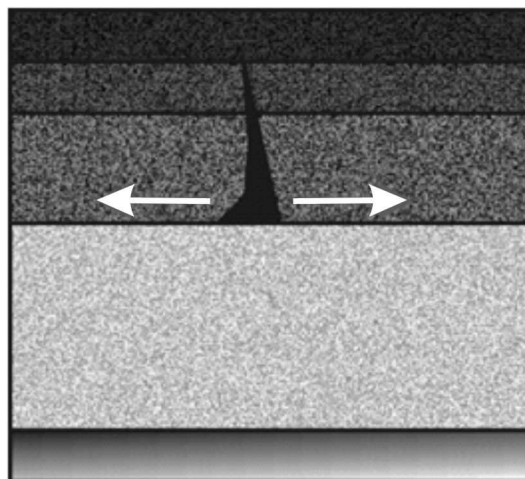
Rys. 3. Średnie wartości wskaźników szorstkości, w zależności od wskaźnika PSV i uziarnienia, po II fazie polerowania: a) beton asfaltowy, b) SMA (na krzywych pokazano zakres dokładności)

Najniższe wartości wskaźnika szorstkości otrzymano dla warstwy ścieralnej mieszanki z kruszywem granodiorytowym, który charakteryzuje się najniższym wskaźnikiem PSV. Natomiast najwyższe wartości wskaźnika szorstkości uzyskano dla warstwy wykonanej z mieszanki z kruszywem gabrowym odznaczającym się najwyższą odpornością na polerowanie. Wyższymi wskaźnikami szorstkości odznacza się beton asfaltowy w stosunku do warstwy wykonanej z SMA, na tym samym poziomie uziarnienia. Przy uziarnieniu 0/6,3 beton asfaltowy i SMA charakteryzują się zbliżonymi wskaźnikami szorstkości, a przy uziarnieniu kruszywa 0/12,8 – różnice we wskaźnikach szorstkości wynoszą nawet 4 jednostki przy tym samym rodzaju kruszywa.

Z powyższej analizy wynika, że stosując ten sam rodzaj kruszywa, o tym samym uziarnieniu maksymalnym, zarówno do betonu asfaltowego jak i SMA, można otrzymać różne wartości wskaźników szorstkości. W związku z tym wprowadzenie jedynie kryterium wskaźnika PSV kruszywa, bez uwzględnienia rodzaju warstwy ścieralnej, nie gwarantuje uzyskania wymaganego poziomu właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni drogowej w okresie jej eksploatacji.

3. Trwałość zmęczeniowa nawierzchni drogowych

Dolne warstwy nawierzchni drogowej wykonane z mieszank mineralno-asfaltowych najczęściej ulegają zniszczeniu w wyniku inicjacji i propagacji spękań zmęczeniowych. Spękania zmęczeniowe są „skutkiem” działania powtarzających się naprężeń od kół pojazdów. Wielokrotnie powtarzające się ugięcia nawierzchni powodują cykliczne powstawanie naprężeń rozciągających w dolnej strefie warstw asfaltowych (odkształceń rozciągających) i w efekcie zniszczenia nawierzchni w postaci pęknięć (spękań) (rys. 4).



Rys. 4. Spękanie zmęczeniowe

Podatność warstw asfaltowych na spękania zmęczeniowe jest zróżnicowana i zależy w dużej mierze od rodzaju mieszanki mineralno-asfaltowej i rodzaju zastosowanego lepiszcza. Na podstawie wyników badań zawartych w (SHRP-A 398, 1994) ustalono, że stosowanie w mieszankach mineralno-asfaltowych lepiszczy o szerokim zakresie lepkościowości i wzrost procentowej zawartości asfaltu poprawia ich trwałość. Na zwiększenie trwałości zmęczeniowej wpływa także zastosowanie do mieszank mineralno-asfaltowych lepiszczy modyfikowanych z dodatkiem elastomeru oraz miazgi gumowej (SHRP-A 398, 1994; Radziszewski, 1997; Radziszewski i in., 2010).

Projektowanie konstrukcji nawierzchni drogowych coraz częściej uwzględnia stosowanie mieszank mineralno-asfaltowych o wysokim module sztywności, odpornych na koleinowanie oraz odznaczających się wysoką trwałością zmęczeniową (beton asfaltowy o wysokim module sztywności AC WMS). Zastosowanie AC WMS do warstwy podbudowy lub do warstwy wiążącej wpływa na zwiększenie trwałości nawierzchni drogowej i zmniejszenie grubości warstw asfaltowych (WT-2, 2010).

Beton typu AC WMS różni się od zwykłego betonu asfaltowego tym, że do AC WMS stosuje się asfalty twardsze, mniejsza jest zawartość wypełniacza, większa ilość grysów oraz grubsze kruszywa, co powoduje większą sztywność mieszanki mineralno-asfaltowej.

Trwałość zmęczeniowa mieszank mineralno-asfaltowych jest określana liczbą cykli N odpowiadającą

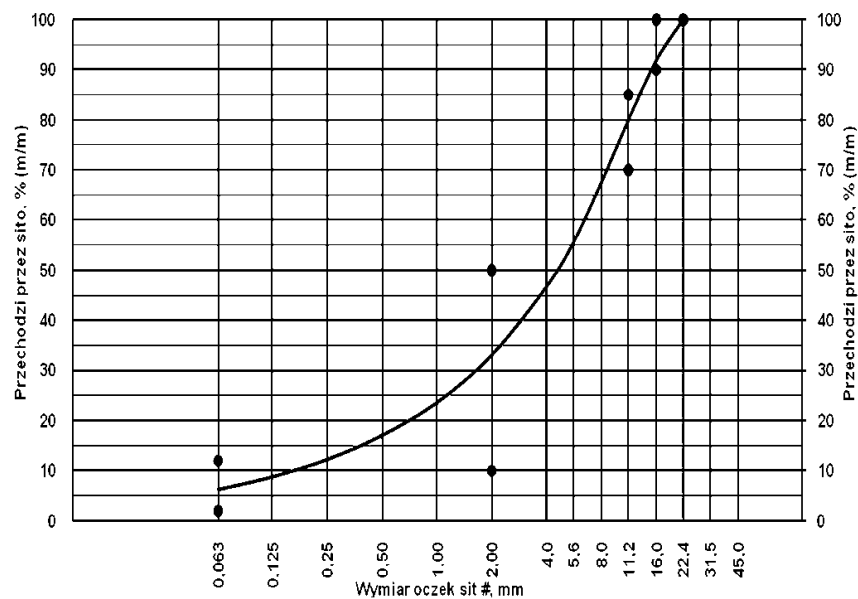
„zniszczeniu” – utracie 50% początkowego modułu sztywności, w określonych warunkach badania (temperatura, częstotliwość, tryb obciążenia). Badanie trwałości zmęczeniowej mieszanek mineralno-asfaltowych, zgodnie z normą PN-EN 12697-24 (2008). *Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 24: Odporność na zmęczenie*, wykonuje się na próbkach pobranych z nawierzchni lub na próbkach wykonanych w laboratorium. Metoda przedstawia zachowanie się mieszanki mineralno-asfaltowej pod obciążeniem zmiennym w aparaturze badawczej czteropunktowego zginania belek prostokątnych (pryzmatycznych) (rys. 5).

Badania trwałości zmęczeniowej mieszanek mineralno-asfaltowych przeprowadzono w temperaturze 10°C przy częstotliwości odkształceń 10 Hz. Poziomy amplitud odkształceń postaciowych przyjęto: 130 $\mu\text{m}/\text{m}$,

170 $\mu\text{m}/\text{m}$ i 200 $\mu\text{m}/\text{m}$. Za kryterium zmęczenia przyjęto stan wyęczenia próbki, gdy jej moduł sztywności obniży się o 50% w stosunku do wartości początkowej określonej w setnym cyklu badania. Badania trwałości zmęczeniowej wykonano na mieszankach mineralno-asfaltowych typu AC WMS 16, zaprojektowanych zgodnie z (WT-2, 2010). Krzywe uziarnienia agregatu mineralnego przedstawiono na rysunku 6. Mieszanki AC WMS 16 zróżnicowano ze względu na zastosowane lepiszcze asfaltowe: asfalt drogowy 20/30, elastomeroasfalt PMB 10/40-65 oraz lepiszcze gumowo-asfaltowe – asfalt 35/50 modyfikowany dodatkiem 18% miazgi gumowego ze zużytych opon samochodowych. Badaniom poddano od 3 do 6 próbek wykonanych z mieszanek mineralno-asfaltowych z różnym rodzajem lepiszcza asfaltowego na każdym poziomie odkształcenia.



Rys. 5. Aparatura UTM-25 do oznaczenia trwałości zmęczeniowej mieszanek mineralno-asfaltowych



Rys. 6. Krzywa uziarnienia mieszanki mineralnej betonu asfaltowego typu AC WMS 16

Na rysunku 7 przedstawiono średnie wartości wyników badań trwałości zmęczeniowej mieszanek mineralno-asfaltowych typu AC WMS 16 z zastosowaniem różnych lepiszczy asfaltowych.

Na podstawie uzyskanych wyników badań trwałości zmęczeniowej stwierdzono, że badane mieszanki charakteryzują się wymaganym poziomem trwałości zmęczeniowej zgodnie z WT-2 (1mln cykli przy poziomie odkształcenia 130 $\mu\text{m}/\text{m}$). Najbardziej odporną na zmęczenie okazała się mieszanka z asfaltem modyfikowanym PMB 10/40-65, natomiast najgorszymi właściwościami zmęczeniowymi charakteryzuje się mieszanka z asfaltem niemodyfikowanym 20/30. Trwałość zmęczeniowa mieszanek AC WMS z lepiszczem gumowo-asfaltowym mieści się między wynikami dwóch pozostałych mieszanek. Jednak charakteryzuje się ona najbardziej „poziomą” krzywą (linią) nachylenia, co świadczy o jej relatywnie dużej, w odniesieniu do pozostałych mieszanek, odporności na zmiany poziomu odkształcenia.

Mieszanki mineralno-asfaltowe AC WMS z asfaltem PMB 10/40-65, na poziomie odkształcenia 130 $\mu\text{m}/\text{m}$, wykazują ponad dwukrotnie wyższą trwałość zmęczeniową, a mieszanki z lepiszczem gumowo-asfaltowym prawie dwukrotnie wyższą trwałość zmęczeniową w odniesieniu do mieszanek AC WMS z asfaltem 20/30.

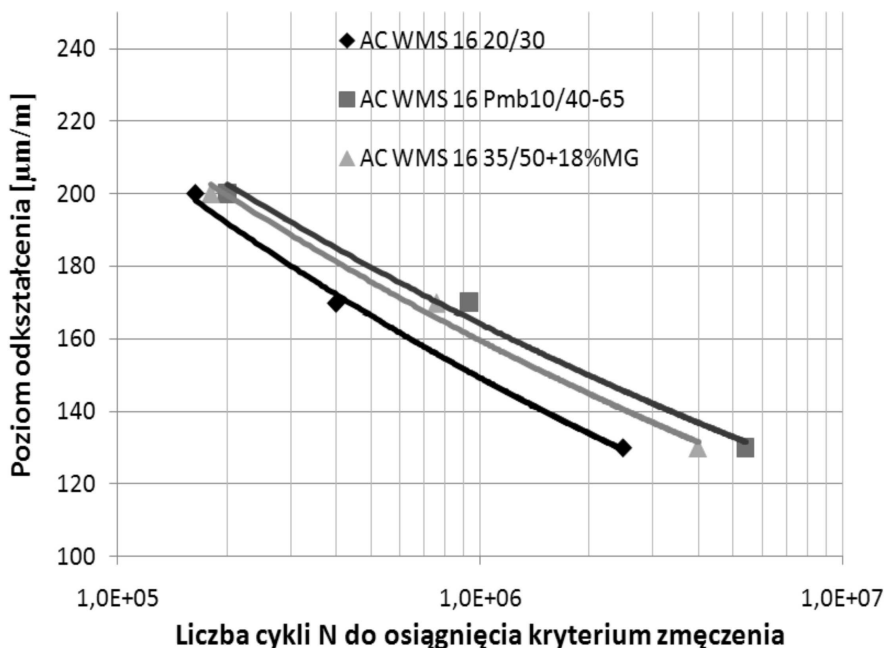
Uzyskane wyniki badań zdecydowanie wskazują, że na trwałość zmęczeniową mieszanek mineralno-asfaltowych bardzo duży wpływ ma rodzaj zastosowanego asfaltu. Stwierdzenie to jest poparciem teorii, że lepiszcza modyfikowane, mimo relatywnie wyższej ceny, dają zdecydowanie lepsze wyniki badań funkcjonalnych mieszanek mineralno-asfaltowych. Koszty związane z eksploatacją nawierzchni z zastosowaniem mieszanek z asfaltami modyfikowanymi będą niższe, gdyż mieszanki te charakteryzują się znacznie wyższą trwałością

eksploatacyjną w odniesieniu do mieszanek z asfaltami niemodyfikowanymi.

4. Podsumowanie

Rodzaj i uziarnienie kruszywa zastosowanego do warstwy ścieralnej mają istotny wpływ na właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni drogowej. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że nie ma możliwości prawidłowej oceny właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni drogowych bez uwzględnienia charakterystyki kruszywa oraz rodzaju warstwy ścieralnej. Zastosowanie tego samego rodzaju kruszywa, przy różnym uziarnieniu, prowadzi do uzyskania różnych wartości wskaźnika szorstkości. Przy takim samym rodzaju i uziarnieniu kruszywa wskaźnik szorstkości jest zróżnicowany w zależności od technologii wykonania warstwy ścieralnej. Wyższe wartości wskaźnika szorstkości uzyskano na nawierzchni z betonu asfaltowego w porównaniu z nawierzchnią z mastyksu grysowego SMA.

Na podstawie przeprowadzonych badań trwałości zmęczeniowej stwierdzono, że spośród badanych mieszanek AC WMS najwyższą odpornością na zmęczenie wykazały się AC WMS 16 z asfaltem modyfikowanym PMB 10/40-65, zaś najniższą z asfaltem drogowym 20/30. Trwałość zmęczeniowa mieszanek AC WMS z lepiszczem gumowo-asfaltowym mieści się między wynikami dwóch pozostałych. Jednak charakteryzuje się ona najbardziej „poziomą” krzywą (linią) nachylenia, co świadczy o jej relatywnie dużej odporności na zmiany poziomu odkształcenia. Ustalono także, że rodzaj zastosowanego asfaltu ma bardzo duży wpływ na trwałość zmęczeniową mieszanek mineralno-asfaltowych typu AC WMS.



Rys. 7. Zestawienie odporności na zmęczenie mieszanek mineralno-asfaltowych AC WMS 16 z różnymi lepiszczami asfaltowymi (temperatura 10 °C)

Mieszanki typu AC WMS są chętnie stosowane w konstrukcjach nawierzchni ze względu na znacznie wyższą odporność na deformacje trwałe oraz wysoki moduł sztywności przy niedużej ilości twardego bądź specjalnego asfaltu w porównaniu z tradycyjnymi betonami asfaltowymi, przeznaczonymi na podbudowę lub warstwę wiążącą.

Literatura

- Gardziejczyk W., Wasilewska M. (2005). Kruszywo drogowe do warstw ścieralnych w świetle ich odporności na polerowanie. *Drogownictwo*, 11/2005.
- Gardziejczyk W., Wasilewska M. (2010). Odporność na polerowanie mieszanek mineralnych na bazie kruszyw o różnym wskaźniku PSV. *Drogownictwo*, 9/2010.
- Greń J. (1975). *Stastyka matematyczna. Modele i zadania*. PWN. Warszawa.
- McDaniel R. S., Coree B. J. (2003). Identification of laboratory techniques to optimize Superpave HMA Surface Friction Characterization. Phase I: Final Report SQDH 2003. *Lafayette*. Indiana.
- Radziszewski P. (1997). Modelowanie trwałości zmęczeniowej zmodyfikowanych kompozytów mineralno-asfaltowych. *Wydawnictwa Politechniki Białostockiej, Rozprawy Naukowe nr 45*, Białystok.
- Radziszewski P., Piłat J., Plewa A. (2010). Wykorzystanie miejscowych kruszyw naturalnych z regionu polski północno-wschodniej do budowy nawierzchni asfaltowych. SGGW: materiały 55 *Konferencja Naukowa KILiW PAN*, Krynica.
- SHRP-A 398 (1994). Stage 1 Validation of the relationship between asphalt properties and asphalt-aggregate mix performance. Strategic Highway Research Program, *National Research Council*, Washington.
- Wasilewska M. (2011). Wpływ charakterystyki kruszyw na właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni drogowych. *Rozprawa doktorska, Politechnika Białostocka*, Białystok.
- Wilson D. J., Dunn R. (2005). Polishing aggregates to equilibrium skid resistance. W: *proc. of the International*

Conference Surface Friction, 1-4 may 2005, Nowa Zelandia.

WT-1 (2010). Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych i powierzchniowych utrwaleń na drogach krajowych. Załącznik nr 2 do Zarządzenia nr 102 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 19 listopada 2010r.

WT-2 (2010). Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych. Mieszanki mineralno asfaltowe. Załącznik nr 2 do Zarządzenia nr 102 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 19 listopada 2010r.

Zieliński W. (1996). *Tablice statystyczne. Wykłady ze statystyki i doświadczałnictwa. Fundacja Rozwoju SGGW*, Warszawa.

SOME PROBLEMS IN THE ROAD PAVEMENT CONSTRUCTION

Abstract: The research carried out in the Division of Road Engineering at the Białystok Technical University mostly concerns the skid resistance of wearing course and road pavement fatigue life. The results of the analysis of roughness index of the asphalt concrete pavement and SMA pavement taking into account the grain size and fatigue life are presented in the paper. The special note is taken to asphalt concrete with high stiffness modules (AC WMS). It was determined that there is no possibility of right estimation of skid resistance characteristic, taking into consideration only resistance of grain polishing. It is shown, that the highest resistance had AC WMS 16 mixture with PMB10/40-65 asphalt and the lowest with road asphalt 20/30. The mixture type AC WMS have higher resistance on durable deformation and high modulus of stiffness with small amount of hard or special asphalt.

Przedstawione w artykule wyniki badań i analiz zostały uzyskane w ramach pracy statutowej S/WBiŚ/2/10 oraz przy dofinansowaniu z projektu „Podniesienie potencjału uczelni wyższych jako czynnik rozwoju gospodarki opartej na wiedzy” współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.