

Mariusz POBOCHA*

Politechnika Świątokrzyska

WPŁYW WYPEŁNIACZA MIESZANEGO NA ODPORNOŚĆ BETONU ASFALTOWEGO NA ODDZIAŁYWANIE WODY I MROZU

Streszczenie. W referacie przedstawiono wyniki badań oraz ocenę wpływu wypełniacza mieszanego zawierającego w swym składzie wapno hydratyzowane na właściwości betonu asfaltowego wykonanego z kruszywem melafirowym, bazaltowym, gabro i z żużla stalowniczego. W celach porównawczych, w składzie betonu asfaltowego stosowano wypełniacz wapienny oraz alternatywnie wypełniacz wapienny i środek adhezyjny. Stwierdzono, że zastosowanie wypełniacza mieszanego korzystnie wpływa na właściwości standardowe betonu asfaltowego (stabilność i osiadanie oraz sztywność wg Marshalla, moduł sztywności wg pełzania) oraz jego odporność na oddziaływanie wody i mrozu, określoną zgodnie z procedurami AASHTO T283 i PANK 4302.

THE IMPACT OF THE MIXED AGGREGATE ON THE WATER AND FROST RESISTANCE OF ASPHALT CONCRETE

Summary. The paper presents the investigation results and the assessment of an influence of the mixed aggregate which contained the hydrated lime on the properties of the asphalt concrete. Asphalt concrete contained the melaphir, basalt, gabbro mineral aggregate and steel slag aggregate. For comparison limestone and a mix of limestone and an adhesive agent were used instead mixed aggregate in the asphalt concrete. The mixed aggregate effects advantageously on the standards properties of the asphalt concrete (Marshall stability deforming and oraz rigidity, creep static modulus), and also resistance to the effects of water and frost due to procedure AASHTO T283 and PANK 4302.

1. Wstęp

Składniki mieszanki mineralnej mają duży wpływ na właściwości fizykomechaniczne betonu asfaltowego, a tym samym na parametry eksploatacyjne nawierzchni asfaltowej z niego wykonanej. Istotną rolę w kształtowaniu właściwości betonu asfaltowego odgrywa

* Opiekun naukowy: Dr hab. inż. Marek Iwański, prof. Politechnice Śląskiej.

kruszywo – jego rodzaj, cechy powierzchniowe, kształt i wielkość ziaren oraz skład mineralogiczny. Wzrost wymagań związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa ruchu drogowego powoduje konieczność stosowania w betonie asfaltowym kruszyw charakteryzujących się wysokimi parametrami fizyko mechanicznymi, w tym dużą odpornością na procesy polerowania i ścierania. Kruszywa takie są w stanie zapewnić wymaganą szorstkość nawierzchni asfaltowej w długim okresie eksploatacji nawierzchni. Do tego rodzaju kruszyw zalicza się przede wszystkim kruszywa hydrofilowe. Kruszywa te charakteryzują się jednak słabym powinowactwem z asfaltem, czego skutkiem może być utrata odporności nawierzchni asfaltowej na oddziaływanie wody i mrozu [2]. W celu przeciwdziałania destrukcyjnym procesom zachodzącym w nawierzchni asfaltowej, zaleca się stosowanie środków adhezyjnych, których zadaniem jest usprawnienie procesu otaczania asfaltem ziaren kruszywa. Najczęściej jako środki adhezyjne stosowane są aminy kwasów tłuszczowych, które jednak mogą powodować spadek odporności nawierzchni asfaltowej na powstawanie odkształceń plastycznych. W związku z tym prowadzone są badania dotyczące poszukiwania materiałów pochodzenia mineralnego, które mogą je zastąpić. Jednym z takich materiałów mineralnych jest wapno hydratyzowane [2], które wykazuje również korzystny wpływ na zapewnienie odporności nawierzchni na powstawanie trwałych odkształceń. Jego wadą jest jednak szkodliwe oddziaływanie na zdrowie człowieka w czasie wytwarzania betonu asfaltowego.

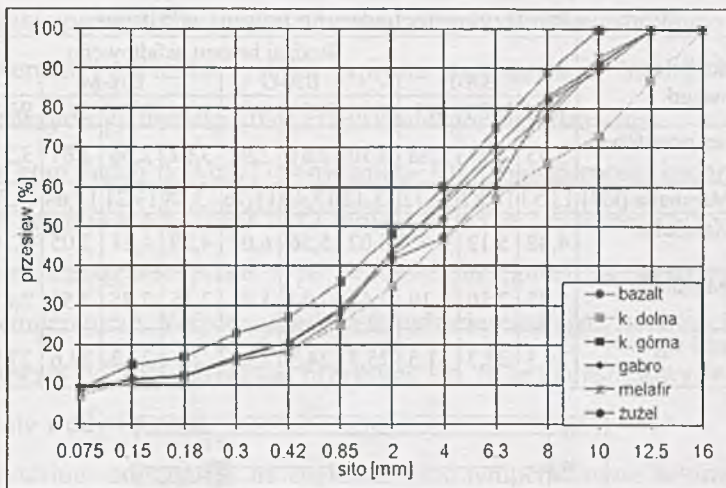
Obecnie, w wyniku prowadzonych prac badawczych [4, 5], opracowano specjalną technologię wprowadzania wapna hydratyzowanego do betonu asfaltowego w postaci homogenicznej mieszaniny z mączką wapienną, która nosi nazwę wypełniacza mieszanego, spełniającej wymagania normy PN-EN 13043:2004. Zawartość wodorotlenku wapnia w wypełniaczu mieszanym wynosi od 20% do 30% wagowo w stosunku do jego masy. Wypełniacz mieszany dozuje się w identyczny sposób jak wypełniacz wapienny. W takiej postaci wapno hydratyzowane nie jest szkodliwe dla obsługi wytwórni mieszanek mineralno-asfaltowych.

2. Badany materiał

W celu oceny wpływu wypełniacza mieszanego na wodo- i mrozoodporność, zaprojektowano beton asfaltowy o uziarnieniu 0/12,8 mm, przeznaczony na warstwę ścieralną nawierzchni obciążonej ruchem KR4, zgodnie z normą PN-S-96025:2000.

2.1. Skład ramowy betonu asfaltowego

W celu oceny wpływu wypełniacza mieszanego na odporność na oddziaływanie wody i mrozu, zaprojektowano beton asfaltowy z różnym rodzajem kruszywa pod względem mineralogicznym. Jako kruszywo główne zastosowano melafir (BA-M), gabro (BA-G), bazalt (BA-B) i żużel stalowniczy (BA-Ż). Zaprojektowane mieszanki mineralne badanych betonów asfaltowych przedstawiono graficznie na rysunku 1.



Rys. 1. Krzywa uziarnienia mieszadek mineralnych betonu asfaltowego

Fig. 1. Grading curves of mineral mixtures of asphalt concrete

W betonach asfaltowych zamiennie stosowano wypełniacz mieszany zawierający w swoim składzie 20% wapna hydratyzowanego (WM) oraz, w celach kontrolnych, w takiej samej ilości wypełniacz wapienny (WP) i wypełniacz wapienny wraz z dodatkiem środka adhezyjnego do asfaltu (WPT).

Jako środek adhezyjny wykorzystano Teramin 14 w ilości 0,2% w stosunku do lepiszcza dla badanych betonów asfaltowych.

Do wykonania betonu asfaltowego jako lepiszcza użyto asfalt 35/50 Nynas. Wymagana jego ilość w zaprojektowanych betonach asfaltowych, określona na podstawie badań wytrzymałościowych, wynosiła 5,2% dla BA-B i BA-G, 5,5% dla BA-M i odpowiednio 5,0% dla BA-Ż.

2.2. Metodyka oraz analiza rezultatów badań

Na początku badań określono podstawowe właściwości fizykomechaniczne betonu asfaltowego w aspekcie zastosowanego rodzaju kruszywa głównego oraz wypełniacza.

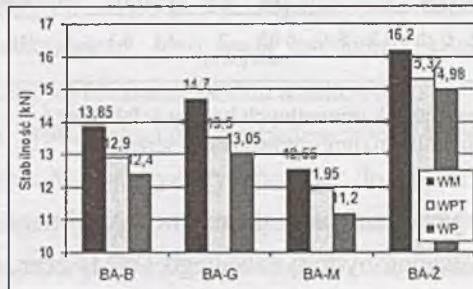
Istotnym elementem była ocena jednorodności wykonywanych prac. Do badań przyjmowano tylko próbki, w których zawartość wolnych przestrzeni zawierała się w przedziale ($V - 2s$; $V + 2s$), gdzie: V – średnia wartość wolnych przestrzeni w betonie asfaltowym, a s – odchylenie standardowe.

Rezultaty badań zestawiono w tabeli 1, a interpretację graficzną stabilności i modułu sztywności wg pełzania odpowiednio na rysunkach 2 i 3.

Tabela 1

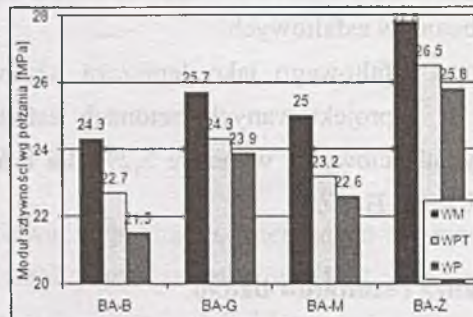
Właściwości fizykomechaniczne betonu asfaltowego

Właściwości betonu asfaltowego	Rodzaj betonu asfaltowego											
	BA-B			BA-G			BA-M			BA-Z		
	WM	WPT	WP	WM	WPT	WP	WM	WPT	WP	WM	WPT	WP
Zawartość wolnej przestrzeni [%]	3,05	2,77	2,88	3,10	2,81	2,92	3,02	2,66	2,81	3,21	2,85	3,04
Stabilność wg Marshalla [kN]	13,53	12,82	12,12	13,12	12,45	11,76	13,88	13,21	12,64	15,56	14,82	14,38
Osiadanie wg Marshalla [mm]	4,88	5,12	5,53	5,02	5,56	6,07	4,39	4,81	5,05	4,76	5,16	5,34
Sztywność wg Marshalla [kN/mm]	2,77	2,50	2,19	2,61	2,24	1,94	3,16	2,75	2,50	2,87	3,27	2,69
Moduł sztywności wg pełzania [MPa]	24,3	22,7	21,5	25,7	24,3	23,9	25	23,2	22,6	27,8	26,5	25,8



Rys. 2. Stabilność wg Marshalla betonu asfaltowego w zależności od rodzaju zastosowanego kruszywa oraz wypełniacza

Fig. 2. Marshall stability concrete asphalt depending on kind employed mineral aggregate and filler



Rys. 3. Moduł sztywności wg pełzania betonu asfaltowego w zależności od rodzaju zastosowanego kruszywa oraz wypełniacza

Fig. 3. Creep static modulus of the concrete asphalt depending on kind employed mineral aggregate and filler

Analiza rezultatów badań zestawionych w tabeli 1 oraz na rysunkach 2 i 3 pozwala stwierdzić, że zastosowanie wypełniacza mieszanego w betonie asfaltowym, bez względu na rodzaj użytego kruszywa, zapewnia uzyskanie jego wyższych charakterystyk mechanicznych (stabilność i sztywność wg Marshalla oraz moduł sztywności wg pełzania) w porównaniu z stosowaniem wypełniacza wapiennego i środka adhezyjnego Teramin 14 lub tylko wypełniacza podstawowego wapiennego. Dokonując analizy wyników badań właściwości mechanicznych badanych betonów asfaltowych, można stwierdzić, że najkorzystniej wpływa zastosowanie kruszywa żuźłowego, następnie kruszywa gabra oraz kolejno bazaltowego i melafirowego.

Kolejny etap badań dotyczył oceny wodo- i mrozoodporności badanych betonów asfaltowych zgodnie z AASHTO T283. Polegała ona na oznaczeniu ich wytrzymałości na pośrednie rozciąganie przed i po procesie pielęgnacji w wodzie oraz wodzie i ujemnej temperaturze. Współczynnik WR, odzwierciedlający te właściwości, powinien być większy od 70%, wówczas przyjmuje się, że beton asfaltowy jest odporny na oddziaływanie wody i mrozu.

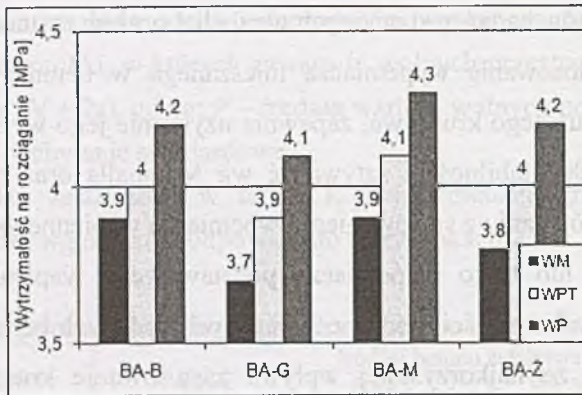
Jako kryterium odporności na spękania niskotemperaturowe betonu asfaltowego przyjęto wymagania stawiane przez fińską normę PANK 4302, zgodnie z którą beton asfaltowy jest odporny na spękania niskotemperaturowe, jeżeli jego wytrzymałość na rozciąganie pośrednie w -2°C nie przekracza 4,8 MPa.

Rezultaty badań odporności na spękania niskotemperaturowe, na oddziaływanie wody oraz wody i mrozu zestawiono w tabeli 2, natomiast ich graficzną interpretację przedstawiono odpowiednio na rysunkach 4 i 5.

Tabela 2

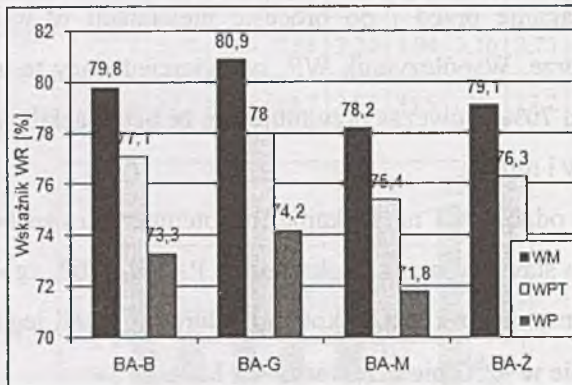
Wyniki badań wodo- i mrozoodporności betonu asfaltowego

Właściwości betonu asfaltowego	Rodzaj betonu asfaltowego											
	BA-B			BA-G			BA-M			BA-Ż		
	WM	WPT	WP	WM	WPT	WP	WM	WPT	WP	WM	WPT	WP
Wytrzymałość na rozciąganie pośrednie w -2°C wg PANK 4302 [MPa]	3,9	4,0	4,2	3,7	3,9	4,1	3,9	4,1	4,3	3,8	4,0	4,2
Wskaźnik wytrzymałości na rozciąganie pośrednie w temperaturze 20°C wg AASHTO T283 [%]												
Po pielęgnacji w wodzie	87,5	84,2	78,5	88,9	85,6	80,8	85,2	81,4	75,4	87,2	83,4	77,3
Po pielęgnacji w wodzie i mrozie	79,8	77,1	73,3	80,9	78,0	74,2	78,2	75,4	71,8	79,1	76,3	72,7



Rys. 4. Odporność na spękania niskotemperaturowe wg PANK 4302 w zależności od rodzaju zastosowanego wypełniacza oraz kruszywa

Fig. 4. Resistance to low temperature cracking according to the Finnish standard PANK 4302 depending on kind employed mineral aggregate and filler



Rys. 5. Odporność na oddziaływanie wody i mrozu wg AASHTO T283 w zależności od rodzaju zastosowanego wypełniacza oraz kruszywa

Fig. 5. Resistance to the effects of water and frost according to the AASHTO T283 depending on kind employed mineral aggregate and filler

Na podstawie analizy rezultatów badań zestawionych w tabeli 2 oraz na rysunkach 4 i 5 można zauważyć korzystny wpływ wypełniacza mieszanego na badane właściwości betonu asfaltowego, bez względu na rodzaj zastosowanego kruszywa. Wypełniacz mieszany zwiększa odporność na spękania niskotemperaturowe, na oddziaływanie wody oraz wody i mrozu w porównaniu z betonem asfaltowym wykonanym z użyciem wypełniacza podstawowego i środka adhezyjnego Teramin 14 oraz wypełniacza wapiennego. Należy zaznaczyć, że beton asfaltowy wykonany na kruszywie gąbrowe uzyskuje najlepsze parametry odporności na spękania niskotemperaturowe, wyższą odporność na oddziaływanie wody oraz wody i mrozu w porów-

naniu z betonem asfaltowym wykonanym na kruszywie bazaltowym, melafiorowym i z żużla stalowniczego.

Należy zaznaczyć, że wszystkie betony asfaltowe, bez względu na rodzaj zastosowanego wypełniacza, okazały się odporne na oddziaływanie wody, wody i mrozu oraz na spękania niskotemperaturowe.

3. Wnioski

Dokonując analizy wyników badań betonu asfaltowego, można stwierdzić, że dodatek wypełniacza mieszanego powoduje:

- wzrost charakterystyk mechanicznych (stabilności wg Marshalla i modułu sztywności wg pełzania) betonu asfaltowego w porównaniu z betonem asfaltowym wykonanym z użyciem wypełniacza wapiennego i środka adhezyjnego Teramin 14 lub wypełniacza wapiennego,
- poprawę odporność na spękania niskotemperaturowe, na oddziaływanie wody oraz wody i mrozu w porównaniu z betonem asfaltowym wykonanym z użyciem wypełniacza wapiennego i środka adhezyjnego Teramin 14 lub wypełniacza wapiennego,
- na tyle istotny wzrost ocenianych właściwości betonu asfaltowego, że celowe jest zastosowanie wypełniacza mieszanego, aby zapewnić odporność nawierzchni asfaltowej na oddziaływanie destrukcyjnych czynników klimatycznych.

Uzyskane pozytywne wyniki badań laboratoryjnych wskazują na potrzebę kontynuowania dalszych prac w zakresie trwałości betonu asfaltowego z wypełniaczem mieszanym. Nieodzowna jest także weryfikacja rezultatów badań laboratoryjnych w warunkach terenowych pracy betonu asfaltowego z tego rodzaju wypełniaczem, co pozwoli na utworzenie niezbędnej bazy danych dających możliwość wdrożenia wypełniacza mieszanego do technologii betonu asfaltowego.

BIBLIOGRAFIA

1. Luszawski S.: Nawierzchnie bitumiczne. WKiŁ, Warszawa 1968, s. 542.
2. Iwański M.: Wodo- i mrozoodporność betonu asfaltowego z kruszywem kwarcytowym. V Międzynarodowa Konferencja pt. „Trwałe i Bezpieczne Nawierzchnie Drogowe”, Kielce, 11 - 12 maja 1999, s. 77-84.

3. Iwański M.: Wpływ wapna hydratyzowanego na właściwości fizykomechaniczne betonu asfaltowego. IX Międzynarodowa Konferencja pt. „Trwałe i bezpieczne nawierzchnie drogowe”, Kielce, 6 - 7 maja 2003, s. 77-84.
4. Iwański M., Pobocho M.: Wpływ kompozytu mineralno-asfaltowego z wypełniaczem mieszanym Asphacal na właściwości betonu asfaltowego. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Budownictwo, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007, s. 259-266.
5. Judycki J., Jaskuła P.: Dodatek wapna hydratyzowanego jako środka adhezyjnego do mieszanek mineralno-asfaltowych. Nawierzchnie asfaltowe, nr 4, Warszawa 2005, s. 2-8.
6. Sybilski D., Pałys M., Mularzuk R.: Zastosowanie grysów z żużla stalowniczego w celu poprawy szorstkości nawierzchni drogowej. VIII Międzynarodowa Konferencja pt. „Trwałe i bezpieczne nawierzchnie drogowe”, Kielce 2002, s. 149-157.
7. Grabowski W., Wilanowicz J.: Struktura wypełniaczy wapiennych a ich właściwości usztywniające w zaczynach asfaltowych. Drogownictwo, nr 12, 1997, s. 378-382.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Piotr Radziszewski