

Mariusz POBOCHA*
Politechnika Świętokrzyska, Kielce

ODPORNOŚĆ NA ODDZIAŁYWANIE WODY I MROZU BETONU ASFALTOWEGO Z WYPEŁNIACZEM MIESZANYM ASPHACAL

Streszczenie. W opracowaniu przedstawiono ocenę efektywności działania wypełniacza mieszanego – ASPHACAL, zawierającego w swoim składzie wapno hydratyzowane, na właściwości betonu asfaltowego wykonanego z kruszywem hydrofilowym. Ocenie poddano właściwości standardowe betonu asfaltowego, jak również jego odporność na oddziaływanie wody i mrozu. Badania wykonano na mieszankach betonu asfaltowego, które zawierały wypełniacz ASPHACAL oraz w celach porównawczych zastosowano wypełniacz podstawowy wapienny oraz alternatywnie stosowano środek adhezyjny.

WATER AND FROST RESISTANCE OF ASPHALT CONCRETE WITH MIXED AGGREGATE ASPHACAL

Summary. The article presents an effectiveness assessment of asphalt concrete application of mixed aggregate – ASPHACAL containing hydrated lime on the properties of asphalt concrete containing acid aggregate. The standard properties of asphalt concrete as well as its resistance to water and frost have been assessed. The investigations were performed on the samples of asphalt concrete, which contained aggregate ASPHACAL. The results were compared with samples containing primary aggregate, alternatively, with adhesive agent.

* Opiekun naukowy: Dr hab. inż. Marek Iwański, prof. Politechniki Świętokrzyskiej

1. Wstęp

Wzrost wymagań bezpieczeństwa ruchu drogowego spowodował zwrócenie szczególnej uwagi na zagwarantowanie podstawowego parametru eksploatacyjnego nawierzchni asfaltowej, jakim jest szorstkość. Jak pokazują liczne badania [6], zapewnienie jej w długim okresie eksploatacyjnym warunkowane jest nie tylko rodzajem stosowanej technologii, ale również rodzajem kruszywa. Stosowanie kruszywa hydrofilowego, charakteryzującego się dużą odpornością na proces ścierania i polerowania, zapewnia właśnie szorstkość nawierzchni asfaltowej w długim okresie eksploatacji. Niestety, tego rodzaju kruszywo charakteryzuje się słabym powinowactwem z asfaltem, skutkiem czego może być utrata odporności na oddziaływanie wody i mrozu na nawierzchnię asfaltową wykonaną z jego udziałem. Czynnikiem powodującymi niszczenie struktury wewnętrznej mieszanki mineralno-asfaltowej z kruszywem hydrofilowym jest utrata adhezji pomiędzy kruszywem i asfaltem, odmywanie asfaltu z powierzchni kruszywa oraz utrata kohezji i sztywności cienkiej warstwy asfaltu [5].

W celu przeciwdziałania tym destrukcyjnym procesom zachodzącym w mieszance mineralno-asfaltowej zaleca się stosowanie środków adhezyjnych, których zadaniem jest usprawnienie procesu otaczania ziaren kruszywa asfaltem, a tym samym wzmocnienie jej struktury wewnętrznej. Najczęściej jako środki adhezyjne stosowane są aminy kwasów tłuszczowych. Zastosowanie tego rodzaju środków może powodować obniżenie temperatury mięknięcia asfaltu, co w konsekwencji wywołuje zmniejszenie odporności wykonanej warstwy asfaltowej nawierzchni na oddziaływanie wysokich temperatur w okresie lata, prowadząc do powstania spływów, odcisków oraz najgroźniejszego zjawiska, jakim są koleiny. W związku z tym prowadzone są badania dotyczące poszukiwania materiałów, przede wszystkim pochodzenia mineralnego, które mogą zastąpić tradycyjne środki adhezyjne. Jednym z takich materiałów mineralnych jest wapno hydratyzowane [5].

Początki zastosowania wapna hydratyzowanego w polskim drogownictwie sięgają przełomu lat 50. i 60. ubiegłego wieku. Wapno hydratyzowane było stosowane jako dodatek w czasie wytwarzania asfaltu lanego w kotłach przewoźnych. Zadaniem wapna hydratyzowanego było polepszenie adhezji pomiędzy tego rodzaju asfaltem a kruszywem naturalnym, a tym samym usprawnienie procesu wytwarzania w kotle mieszanki asfaltu lanego i skrócenie czasu jej przygotowywania. Wprowadzenie do wykonawstwa betonu asfaltowego oraz kruszywa łamanego granulowanego pochodzącego praktycznie ze skał o małej zawartości SiO_2 , jak

również rozwój przemysłu chemicznego umożliwiającego wytwarzanie środków adhezyjnych na bazie amin tłuszczowych, spowodował zaprzestanie stosowania wapna jako dodatku adhezyjnego do mieszanek mineralno-asfaltowych [1].

Wapno hydratyzowane występuje w postaci białego, drobnoziarnistego proszku, jako rezultat kontrolowanego gaszenia wapna palonego wodą. Uziarnieniem wapno hydratyzowane zbliżone jest do uziarnienia wypełniacza podstawowego (mączki wapiennej), o rozbudowanej powierzchni właściwej. Jest ono silną zasadą o wskaźniku pH około 12 i związkami bardzo aktywnymi chemicznie, bezzapachowymi. Wodorotlenek wapnia jest stabilny termicznie, nie traci swoich właściwości w wysokich temperaturach (do 250°C) podczas produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych. Pewną jednak jego wadą jest szkodliwe oddziaływanie na zdrowie człowieka w bezpośrednim z nim kontakcie. Ta negatywna cecha była przyczyną hamującą wprowadzenie go do technologii mieszanek mineralno-asfaltowych wykonywanych na gorąco. Wykonane na przełomie wieków badania potwierdziły również, że wapno poprawia odporność mieszanek mineralno-asfaltowych na niszczące oddziaływanie wody i mrozu [4].

W latach 1998 - 1999 w Zakładzie Budowy Dróg Politechniki Gdańskiej przeprowadzono badania odnośnie do właściwości betonu asfaltowego z dodatkiem wodorotlenku wapnia. Wykonano następujące badania: badania odporności betonu asfaltowego zawierającego wapno hydratyzowane na działanie wody i mrozu (10/1998); badania odporności na deformacje trwałe betonu asfaltowego zawierającego wapno hydratyzowane (9/1999); badania i ocena nawierzchni odcinka doświadczalnego ul. Chwarzchnieńskiej w Gdyni (12/1999) [3].

Wpływ wapna hydratyzowanego na właściwości fizykomechaniczne betonu asfaltowego był także badany w Katedrze Dróg i Mostów Politechniki Świętokrzyskiej w latach 2000 – 2001. Uzyskane pozytywne wyniki badań laboratoryjnych pozwoliły na wykonanie w 2001 roku odcinka doświadczalnego w Ożarowie na ul. Kolejowej.

Istnieje wiele metod dodawania wapna do mieszanek mineralno-asfaltowych podczas ich produkcji. Najczęściej dodaje się wapno do kruszywa w formie suchej tuż przed wtryskiem asfaltu (do mieszalnika) lub w formie zaczynu wapiennego (na hałdę lub do zasobnika kruszywa). W celu ochrony zdrowia obsługi otaczarni mieszanek mineralno-asfaltowych oraz uproszczenia dozowaniem wapna hydratyzowanego i wypełniacza podstawowego podczas procesu produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej oraz poprawy jakości tak otrzymanego wypełniacza opracowano technologię wytwarzania w warunkach produkcyjnych wypełniacza ASPHACAL. Składa się on z homogenicznej mieszaniny odpowiedniej jakości wypełniacza wapiennego i wodorotlenku wapnia w formie wypełniacza aktywowanego o nazwie han-

dłowej ASPHACAL i spełnia 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 ASPHACAL dozuje się w identyczny sposób jak mączkę wapienną.

2. Badany materiał

W badaniach zastosowano 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. Składniki betonu asfaltowego

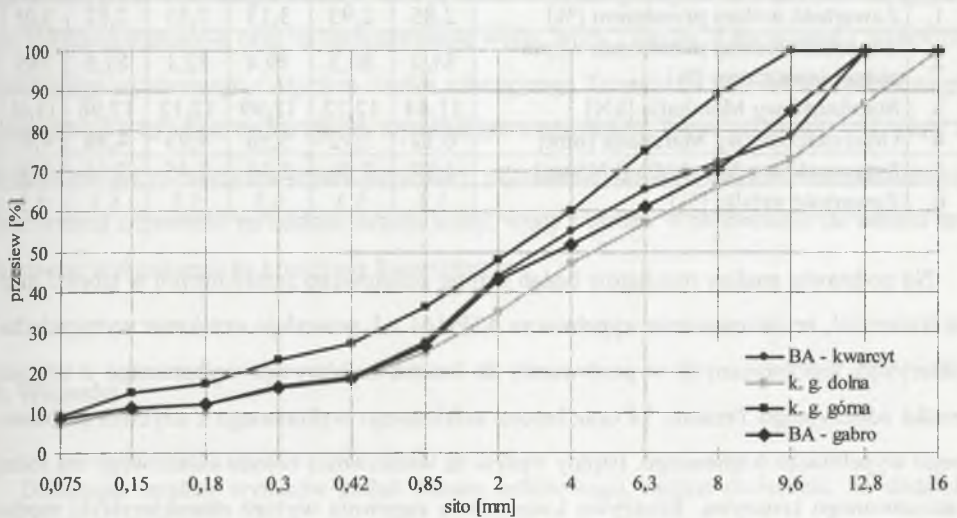
Beton asfaltowy wykonano z udziałem kruszywa podstawowe gabra z kopalni Słupiec oraz piaskowca kwarcytowego (kwarcytu) z kopalni Wiśniówka. Optymalną zawartość asfaltu w mieszankach betonu asfaltowego określono na podstawie metody Marshalla. Analizę granulometryczną zastosowanych grysów gabra i kwarcytowych do mieszanek mineralnych betonu asfaltowego zestawiono w tabeli 1.

Zaprojektowano dwa rodzaje betonu asfaltowego z użyciem kruszywa gabra (BA-G) i kwarcytowego (BA-K). W obydwu mieszankach stosowano piasek łamany wapienny z Trzuskawicy. Mieszanki mineralne zaprojektowano w taki sposób, aby zawartości wolnych przestrzeni w badanych betonach asfaltowych były zbliżone do siebie. Umożliwi to prawidłową ocenę i porównanie wyników badań wykonanych betonów asfaltowych. Uziarnienie mieszanek mineralnych betonów asfaltowych przedstawiono na rysunku 1.

Tabela 1

Analiza granulometryczna grysów gabro i kwarcytowych

Nazwa kruszywa	gabro 2/5	gabro 5/8	gabro 8/11	kwarcyt	kwarcyt 6,3/12,8
Bok sita [mm]	Odsiew [%]				
9,60			37,9		60,5
8,00		16,2	43,0	1,5	17,7
6,30	0,5	43,1	12,7	4,6	17,5
4,00	37,2	37,0	4,6	56,9	3,1
2,00	49,3	2,0	0,4	32,9	0,1
0,85	8,0	0,2	0,4	0,7	0,0
0,42	1,3	-	-	0,2	0,0
0,30	0,3	-	-	0,1	0,0
0,18	0,3	-	-	0,2	0,1
0,15	-	0,3	0,2	0,1	0,0
0,075	0,6	0,2	0,1	0,6	0,2
<0,075	2,5	1,0	0,7	2,4	0,7



Rys. 1. Krzywe uziarnienia mieszanek mineralnych betonu asfaltowego
 Fig. 1. Grading curves of mineral mixtures of asphalt concrete

W zaprojektowanych betonach asfaltowych zamiennie stosowano:

- wypełniacz mieszany ASPHACAL (A),
- wypełniacz wapienny podstawowy (MB),
- wypełniacz wapienny podstawowy oraz dodatek środka adhezyjnego do asfaltu (MBT).

Jako środek adhezyjny wykorzystano Teramin 14, którego ilość 0,2% w stosunku do lepiszcza w betonie asfaltowym określono na podstawie badań Marshalla. Do wykonania betonu asfaltowego jako lepiszcza użyto asfaltu D 35/50 firmy Nynas.

2.2. Metodyka badań

W celu określenia wpływu wypełniacza mieszanego ASPHACAL na właściwości betonu asfaltowego badania wykonano w dwu etapach.

Pierwszy etap badań obejmował określenie podstawowych właściwości fizyko-mechanicznych betonu asfaltowego w aspekcie zastosowanego rodzaju kruszywa głównego oraz rodzaju zastosowanego wypełniacza. Rezultaty badań zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Właściwości fizykomechaniczne betonu asfaltowego

Lp.	Właściwości betonu asfaltowego	Rodzaj betonu asfaltowego					
		BA-G			BA-K		
		MB	MBT	A	MB	MBT	A
1.	Zawartość wolnej przestrzeni [%]	2,85	2,93	3,13	2,55	2,62	3,05
2.	Zawartość wolnej przestrzeni wypełnionej lepiszczem [%]	81,2	80,5	79,4	82,1	81,6	78,9
3.	Stabilność wg Marshalla [kN]	11,44	12,22	12,99	12,12	12,98	13,68
4.	Odształcenie wg Marshalla [mm]	6,12	5,92	5,56	4,95	4,88	4,47
5.	Sztywność wg Marshalla [kN/mm]	1,87	2,06	2,34	2,45	2,66	3,06
6.	Zawartość asfaltu [%]	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3

Na podstawie analizy rezultatów badań betonu asfaltowego zestawionych w tabeli 2 można stwierdzić, że zastosowanie wypełniacza ASPHACAL powoduje uzyskanie wyższych charakterystyk mechanicznych w porównaniu do betonu asfaltowego wykonanego z użyciem środka adhezyjnego Teramin 14 oraz betonu asfaltowego wykonanego z użyciem podstawowego wypełniacza wapiennego. Istotny wpływ na właściwości betonu asfaltowego ma rodzaj zastosowanego kruszywa. Kruszywo kwarcytowe zapewnia wyższe charakterystyki mechaniczne betonu asfaltowego, niż wtedy kiedy stosowane jest gabro. Należy zaznaczyć, że tendencja ta nie zależy od rodzaju zastosowanego wypełniacza. Beton asfaltowy wykonany z kruszywem kwarcytowym uzyskuje wyższe charakterystyki mechaniczne w porównaniu do betonu asfaltowego wykonanego na kruszynie gabro.

W ramach drugiego etapu badań określono stopień oddziaływania wody i mrozu na wytrzymałość na pośrednie rozciąganie po procesie pielęgnacji w wodzie i mrozie, w aspekcie zastosowanego rodzaju kruszywa i wypełniacza w betonie asfaltowym, zgodnie z AASHTO T283. Natomiast jako kryterium odporności na spękania niskotemperaturowe betonu asfaltowego przyjęto wymagania stawiane przez fińską normę PANK 4302 [5]. Wyniki badań betonu asfaltowego w tym zakresie zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Wyniki badań wodo- i mrozoodporności betonu asfaltowego

Lp.	Właściwości betonu asfaltowego	Rodzaj betonu asfaltowego					
		BA-G			BA-K		
		MB	MBT	A	MB	MBT	A
1.	Wytrzymałość na rozciąganie pośrednie w -2°C wg PANK 4302 [MPa]	4,1	4,0	3,8	4,3	4,1	3,9
2.	Wskaźnik wytrzymałości na rozciąganie pośrednie w temperaturze 20°C wg AASHTO T283 [%]						
2a.	Po pielęgnacji w wodzie	80,3	84,5	88,7	78,9	83,2	87,8
2b.	Po pielęgnacji w wodzie i mrozie	73,6	77,1	80,2	72,5	76,2	79,1

Na podstawie analizy wyników badań zestawionych w tabeli 3 można zauważyć korzystny wpływ wypełniacza mieszanego ASPHACAL na właściwości betonu asfaltowego bez względu na rodzaj zastosowanego kruszywa. Wypełniacz mieszany poprawia odporność na spękania niskotemperaturowe oraz na oddziaływanie wody, wody i mrozu w porównaniu do betonu asfaltowego wykonanego z użyciem środka adhezyjnego Teramin 14 oraz betonu asfaltowego wykonanego z użyciem tradycyjnego wypełniacza wapiennego. Beton asfaltowy wykonany z kruszywem gąbro uzyskuje lepsze parametry odporności na spękania niskotemperaturowe oraz wyższą odporność na oddziaływanie wody, wody i mrozu w porównaniu do betonu asfaltowego wykonanego na kruszywie kwarcytowym.

3. Wnioski

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

- wzrost charakterystyk mechanicznych (stabilność oraz sztywność wg Marshalla) betonu asfaltowego w porównaniu do betonu asfaltowego wykonanego z użyciem środka adhezyjnego Teramin 14 oraz betonu asfaltowego wykonanego z użyciem podstawowego wypełniacza wapiennego,
- że beton asfaltowy wykonany z kruszywem kwarcytowym uzyskuje wyższe charakterystyki mechaniczne w porównaniu do betonu asfaltowego wykonanego na kruszywie gąbro,
- poprawę odporności na spękania niskotemperaturowe oraz na oddziaływanie wody, wody i mrozu w porównaniu do betonu asfaltowego wykonanego z użyciem środka ad-

hezyjnego Teramin 14 oraz betonu asfaltowego wykonanego z użyciem tradycyjnego wypełniacza wapiennego,

- że beton asfaltowy wykonany z kruszywem gabro uzyskuje lepsze parametry odporności na spękania niskotemperaturowe oraz wyższą odporność na oddziaływanie wody, wody i mrozu w porównaniu do betonu asfaltowego wykonanego na kruszynie kwarcytowym.

LITERATURA

1. Luszawski S.: Nawierzchnie bitumiczne. WKiŁ, Warszawa 1968, s. 542.
2. Judycki J., Jaskuła P.: Badania odporności betonu asfaltowego na oddziaływanie wody i mrozu. Drogownictwo 12, Warszawa 1997, s. 374 - 378.
3. Judycki J., Jaskuła P.: Wypełniacz mieszany do mieszanek mineralno-asfaltowych, zgodny z PN-EN 13043:2004. Nawierzchnie asfaltowe 1, Warszawa 2006, s. 12 -13.
4. Judycki J., Jaskuła P.: Dodatek wapna hydratyzowanego jako środka adhezyjnego do mieszanek mineralno-asfaltowych. Nawierzchnie asfaltowe 4, Warszawa 2005, s. 2 - 8.
5. Iwański M.: Wodo- i mrozoodporność betonu asfaltowego z kruszywem kwarcytowym. V Międzynarodowa Konferencja „Trwałe i bezpieczne nawierzchnie drogowe”, Kielce, 11 - 12 maja 1999, s. 77 - 84.
6. Iwański M.: Wpływ wapna hydratyzowanego na właściwości fizyko mechaniczne betonu asfaltowego. IX Międzynarodowa Konferencja „Trwałe i bezpieczne nawierzchnie drogowe”, Kielce, 6 - 7 maja 2003, s. 77 - 84.

Recenzent: Prof. zw. dr hab. inż. Grzegorz Wieczorek