

Mariusz POBOCHA*
Politechnika Świętokrzyska

WPLYW KOMPOZYTU MINERALNO-ASFALTOWEGO Z WYPEŁNIACZEM MIESZANYM ASPHACAL NA WŁAŚCIWOŚCI BETONU ASFALTOWEGO

Streszczenie. W artykule przedstawiono wpływ wypełniacza mieszanego ASPHACAL na właściwości kompozytu mineralno-asfaltowego i wykonanego z jego udziałem betonu asfaltowego. Badania wykonano na kompozytach mineralno-asfaltowych, które zawierały w swym składzie wypełniacz mieszany ASPHACAL oraz, w celach porównawczych zastosowano wypełniacz wapienny oraz kompozycję wypełniacza wapiennego i środka adhezyjnego. Następnie dokonano oceny oddziaływania kompozytu mineralno-asfaltowego na właściwości standardowe betonu asfaltowego oraz jego wodo- i mrozoodporności.

THE IMPACT OF THE MINERAL-BITUMEN COMPOSITE WITH THE MIXED AGGREGATE ASPHACAL ON THE PROPERTIES OF ASPHALT CONCRETE

Summary. The paper presents the impact of the mixed aggregate ASPHACAL on the properties of the mineral-bitumen composite and asphalt concrete containing it. The tests were conducted on mineral-bitumen composites which contained the mixed aggregate ASPHACAL. For comparison limestone and a mix of limestone and an adhesive agent were used instead of ASPHACAL. The assessment of the influence of the mineral-bitumen composite on standard properties of asphalt concrete was then made and its water and frost resistance was determined.

1. Wstęp

W mieszankach mineralno-asfaltowych bardzo istotnym procesem jest kształtowanie się mikrostruktury, która definiowana jest jako układ złożony z wypełniacza i lepiszcza asfaltowego (kompozyt mineralno-asfaltowy). Proces ten uzależniony jest od adhezji między cząstkami lepiszcza asfaltowego a powierzchnią ziaren wypełniacza. Kompozyt mineralno-asfaltowy, jako

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

składnik betonu asfaltowego spełnia bardzo istotne funkcje: wiąże ziarna mieszanki mineralnej, wypełnia wolne przestrzenie oraz zapewnia spójność mieszanki [1, 2, 3].

Właściwości kompozytu mineralno-asfaltowego, wpływające na adhezję mieszanki mineralnej w betonie asfaltowym, są szczególnie ważne zwłaszcza, gdy stosuje się w jego składzie kruszywo o dużej zawartości krzemionki, czyli kruszywo hydrofilowe. Tego rodzaju kruszywo charakteryzujące się dużą odpornością na procesy ścierania i polerowania, zapewniając tym samym wymaganą szorstkość nawierzchni asfaltowej podczas jej eksploatacji [4].

Niestety kruszywo hydrofilowe charakteryzuje się słabą adhezją z asfaltem, wynikiem czego może być utrata odporności nawierzchni na oddziaływanie takich czynników klimatycznych, jak woda oraz mróz. Powodują one niszczenie struktury wewnętrznej mieszanki mineralno-asfaltowej, w wyniku utraty adhezji pomiędzy asfaltem a kruszywem oraz utratę sztywności cienkiej warstwy asfaltu na powierzchni ziaren kruszywa hydrofilowego [4].

W celu przeciwdziałania tym destrukcyjnym procesom zaleca się stosowanie środków adhezyjnych, do produkcji których najczęściej stosowane są aminy kwasów tłuszczowych. Tego rodzaju środki adhezyjne mogą jednak powodować zmniejszenie odporności nawierzchni asfaltowej na oddziaływanie wysokich temperatur. W związku z tym, poszukuje się innego typu materiałów, które mogą pełnić rolę środków adhezyjnych. Jednym z nich jest wapno hydratyzowane [4, 5], które pod względem uziarnienia podobne jest do maczki wapiennej. Wodorotlenek wapnia jest również stabilny termicznie (250°C), nie traci swoich właściwości podczas produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej oraz nie wpływa na obniżenie odporności nawierzchni asfaltowej na powstawanie odkształceń plastycznych.

W 2005 roku, w celu uproszczenia dozowania wapna hydratyzowanego do mieszanki mineralno-asfaltowej opracowano technologię wytwarzania wypełniacza mieszanego ASPHACAL, który jest homogeniczną mieszaniną wysokiej jakości wypełniacza wapiennego oraz wodorotlenku i spełnia wymagania PN-EN 13043:2004.

2. Badania kompozytu mineralno-asfaltowego oraz betonu asfaltowego

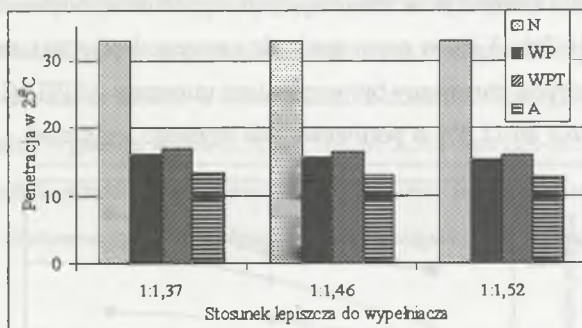
W badaniach kompozytu mineralno-asfaltowego stosowano zamiennie wypełniacz podstawowy (WP - maczka wapienna), wypełniacz mieszany ASPHACAL (A) i wypełniacz podstawowy oraz dodatek środka adhezyjnego Teramin 14 w ilości 0,3%, w stosunku do lepsz-

cza (WPT). Do wykonania mieszanek kompozytów mineralno-asfaltowych jako lepiszcza użyto asfaltu 35/50 firmy Nynas.

W celu oceny wpływu wypełniacza ASPHACAL na właściwości kompozytu mineralno-asfaltowego, w badaniach zastosowano trzy różne kombinacje stosunku lepiszcza do wypełniacza: W:A=1:1,37; 1:1,46; 1:1,52, które ustalono na podstawie składów ramowych badanych betonów asfaltowych. Ocenie poddano następujące parametry kompozytów mineralno-asfaltowych: penetrację w 25°C, temperaturę mięknięcia TPIK i temperaturę łamliwości wg Fraassa.

W celach porównawczych oznaczono również te same właściwości czystego lepiszcza, z którym sporządzano kompozyty mineralno-asfaltowe. Wpływ rodzaju zastosowanego wypełniacza na właściwości kompozytu mineralno-asfaltowego oceniono przez określenie stosunku wartości badanego parametru do wartości tego parametru dla czystego lepiszcza.

Na podstawie wyników badań penetracji w 25°C kompozytu mineralno-asfaltowego (rys. 1) można stwierdzić, że zwiększenie zawartości wypełniacza powoduje spadek wartość jego penetracji, niezależnie od rodzaju stosowanego wypełniacza. Najniższe wartości penetracji uzyskano dla kompozytu zawierającego wypełniacz mieszany ASPHACAL (spadek penetracji od 59,6 do 61,4% w porównaniu do czystego lepiszcza). Natomiast najwyższe są w kompozycie w którym, stosowana była kombinacja wypełniacza podstawowego i środka adhezyjnego (spadek penetracji od 48,3 do 51,4% w porównaniu do czystego lepiszcza).

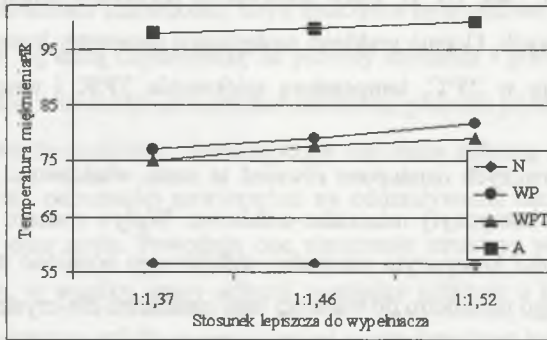


Rys. 1. Zestawienie wyników badań penetracji w 25°C kompozytu mineralno-asfaltowego w porównaniu do czystego lepiszcza

Fig. 1. The test results of the penetration grade at 25°C of the mineral-bitumen composite in comparison to the pure binder

Analizując rezultaty wyników badań temperatury mięknięcia TPIK kompozytu (rys. 2) można stwierdzić, że zwiększenie koncentracji wypełniacza powoduje wzrost wartość temperatury mięknięcia, bez względu na jego rodzaj. Najniższe wartości temperatury mięknięcia zanotowano dla

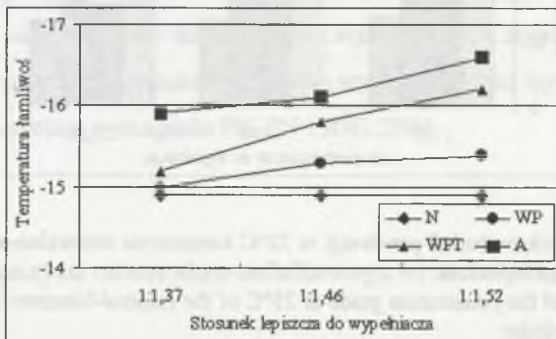
kompozytów zawierających kombinację wypełniacza podstawowego i środka adhezyjnego (wzrost temperatury mięknięcia od 32,3 do 39,5% w porównaniu do czystego lepiszcza), natomiast najwyższe w kompozytach w których, stosowany był wypełniacz mieszany ASPHACAL (wzrost temperatury mięknięcia od 72,7 do 76,5% w porównaniu do czystego lepiszcza).



Rys. 2. Zestawienie wyników badań temperatury mięknięcia TPiK kompozytu mineralno-asfaltowego w porównaniu do czystego lepiszcza

Fig. 2. The test results of the softening point TPiK of the mineral-bitumen composite in comparison to the pure binder

Analizując wyniki badań temperatury łamliwości (wg Fraassa) kompozytu można stwierdzić że, wraz ze wzrostem zawartości wypełniacza zwiększa się wartość temperatury łamliwości, bez względu na rodzaj stosowanego wypełniacza. Najniższe wartości temperatury łamliwości zanotowano dla kompozytów zawierających wypełniacz podstawowy (wzrost temperatury łamliwości od 0,7 do 3,4% w porównaniu do czystego lepiszcza), natomiast najwyższe w kompozytach w których, stosowany był wypełniacz mieszany ASPHACAL (wzrost temperatury łamliwości od 6,7 do 11,4% w porównaniu do czystego lepiszcza).



Rys. 3. Zestawienie wyników badań temperatury łamliwości wg Fraassa kompozytu mineralno-asfaltowego w porównaniu do czystego lepiszcza

Fig. 3. The test results of the Fraass breaking point of the mineral-bitumen composite in comparison to the pure binder

Wykonane badania kompozytu mineralno-asfaltowego jednoznacznie pokazują, że stosowanie wypełniacza mieszanego ASPHACAL powoduje największe jego usztywnienie, w porównaniu z zastosowaniem wypełniacza podstawowego czy kombinacji wypełniacza podstawowego i środka adhezyjnego. Zastosowanie wypełniacza ASPHACAL powoduje osiągnięcie najniższych wartości penetracji (maksymalny spadek penetracji to 61,4%), najwyższych wartości temperatury mięknięcia (maksymalny wzrost temperatury mięknięcia to 76,5%), najwyższych wartości temperatury łamliwości (maksymalny wzrost temperatury łamliwości to 11,4%) w porównaniu do kompozytów, w których stosowany był wypełniacz podstawowy oraz kombinacja wypełniacza podstawowego i środka adhezyjnego. Warto zaznaczyć, że na charakter uzyskanych wyników badań kompozytów mineralno-asfaltowych nie wpływa stosunek lepiszcza do wypełniacza W:A, a jedynie zastosowany jego rodzaj.

Po dokonaniu oceny jakości badanych kompozytów mineralno-asfaltowych wykonano następnie z ich udziałem beton asfaltowy, w którym stosowano zarówno kruszywo hydrofilowe, jak i hydrofobowe.

Zaprojektowano trzy rodzaje betonu asfaltowego, z użyciem kruszywa łamanego granulowanego: gabra (BA-G), melafiru (BA-M) i żużla stalowniczego (BA-Ż). Wszystkie mieszanki betonu asfaltowego mają uziarnienie 0/12,8 mm, przeznaczone na warstwę ścieralną nawierzchni obciążonej ruchem KR4, zgodnie z normą PN-S-96025:2000. Mieszanki mineralne zaprojektowano, tak aby zawartości wolnych przestrzeni w badanych betonach asfaltowych były zbliżone do siebie. Zapewni to prawidłową ich ocenę oraz umożliwi porównanie wyników badań. Optymalna zawartość asfaltu w mieszankach betonu asfaltowego, określona na podstawie metody Marshalla, wynosiła w BA-G 5,3%, BA-M 5,5% oraz BA-Ż 5,0%.

Na początku badań określono podstawowe właściwości fizykomechaniczne betonu asfaltowego w aspekcie zastosowanego wypełniacza oraz rodzaju kruszywa głównego (tabela 1).

Tabela 1

Właściwości fizykomechaniczne betonu asfaltowego

Lp.	Właściwości betonu asfaltowego	Rodzaj betonu asfaltowego								
		BA-G			BA-M			BA-Ż		
		WP	WPT	A	WP	WPT	A	WP	WPT	A
1.	Zawartość wolnej przestrzeni [%]	2,92	2,81	3,10	2,81	2,66	3,02	3,04	2,85	3,21
2.	Zawartość wolnej przestrzeni wypełnionej lepiszczem [%]	85,6	86,5	84,4	83,3	84,1	81,5	88,4	86,3	87,4
3.	Stabilność wg Marshalla [kN]	11,76	12,45	13,12	12,64	13,21	13,88	14,38	14,82	15,56
4.	Odształcenie wg Marshalla [mm]	6,07	5,56	5,02	5,05	4,81	4,39	5,34	5,16	4,76
5.	Sztywność wg Marshalla [kN/mm]	1,94	2,24	2,61	2,50	2,75	3,16	2,69	2,87	3,27
6.	Zawartość asfaltu [%]	5,3	5,3	5,3	5,5	5,5	5,5	5,0	5,0	5,0

Analiza rezultatów badań, zestawionych w tabeli 1, pozwala stwierdzić, że zastosowanie wypełniacza ASPHACAL w betonie asfaltowym zapewnia uzyskanie wyższych charakterystyk mechanicznych, w porównaniu do zastosowania w jego składzie środka adhezyjnego Teramin 14 i wypełniacza podstawowego lub tylko wypełniacza podstawowego. Istotny wpływ na właściwości betonu asfaltowego ma również rodzaj wykorzystanego kruszywa. Kruszywo z żuźla stalowniczego zapewnia najwyższe charakterystyki mechaniczne betonu asfaltowego, w porównaniu do kruszywa gabro i melafirowego, niezależnie od rodzaju zastosowanego wypełniacza.

Istotnym elementem badań była ocena wodo- i mrozoodporności badanych betonów asfaltowych zgodnie z AASHTO T283, polegająca na oznaczeniu ich wytrzymałości na pośrednie rozciąganie przed i po procesie pielęgnacji. Kiedy współczynnik WR, odzwierciedlający te właściwości, jest większy od 70%, wówczas przyjmuje się, że beton asfaltowy jest odporny na oddziaływanie wody i mrozu.

Natomiast jako kryterium odporności na spękania niskotemperaturowego 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 4,8M Pa.

Analiza wyników badań zestawionych w tabeli 2, pozwala stwierdzić korzystny wpływ wypełniacza mieszanego ASPHACAL na właściwości betonu asfaltowego, bez względu na rodzaj zastosowanego kruszywa. Kompozyt z wypełniaczem ASPHACAL poprawia odporność na spękania niskotemperaturowe oraz na oddziaływanie wody oraz wody i mrozu w większym zakresie, niż zastosowanie w betonie asfaltowym środka adhezyjnego Teramin 14 oraz tradycyjnego wypełniacza wapiennego. Beton asfaltowy wykonany z kruszywem gabro uzyskuje najlepsze parametry odporności na spękania niskotemperaturowe oraz wyższą odporność na oddziaływanie wody, wody i mrozu w porównaniu do betonu asfaltowego wykonanego na kruszywie melafirowym i żuźlowym. Należy zaznaczyć, że zastosowanie kompozytu mineralno-asfaltowego z wypełniaczem mieszanym ASPHACAL w pełni zapewnia, na wysokim poziomie wodo- i mrozoodporność betonu asfaltowego z kruszywem hydrofilowym.

Tabela 2

Wyniki badań wodo- i mrozoodporności betonu asfaltowego

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

3. Wnioski

Dokonując analizy wyników badań kompozytu mineralno-asfaltowego można stwierdzić, że zastosowanie w jego składzie wypełniacza mieszanego ASPHACAL wpływa bardziej usztywniająco na jego właściwości, wynikiem czego jest wzrost temperatury mięknięcia i łamliwości oraz spadek penetracji, niż w przypadku zastosowania wypełniacza podstawowego lub kombinacji wypełniacza podstawowego i środka adhezyjnego.

Znaczący wzrost usztywniających właściwości kompozytu mineralno-asfaltowego, w wyniku zastosowania wypełniacza mieszanego ASPHACAL, powoduje wzrost charakterystyk mechanicznych (stabilność oraz sztywność wg Marshalla) w betonie asfaltowym, w porównaniu do betonu asfaltowego wykonanego z użyciem podstawowego wypełniacza wapiennego oraz alternatywnie środka adhezyjnego Teramin 14.

Kompozyt mineralno-asfaltowy z wypełniaczem mieszanym ASPHACAL, zawierającym w składzie wapno hydratyzowane, w wyniku zwiększenia jego adhezyjnych właściwości, powoduje poprawę odporności na spękania niskotemperaturowe oraz na oddziaływanie wody, wody i mrozu betonu asfaltowego, w porównaniu do zastosowania tradycyjnego wypełniacza wapiennego oraz wypełniacza wapiennego ze środkiem adhezyjnym Teramin 14. Właściwość ta charakterystyczna jest niezależnie od rodzaju zastosowanego kruszywa w betonie asfaltowym (hydrofilowego czy hydrofobowego).

LITERATURA

1. Grabowski W., Wilanowicz J.: Struktura wypełniaczy wapiennych a ich właściwości usztywniające w zaczynach asfaltowych, Drogownictwo, nr 12, 1997, s. 378-382.

2. Piłat J., Klubińska M., Radziszewski P.: Mieszanki mineralno-asfaltowe z dodatkiem miazgu gumowego i wapna hydratyzowanego, *Materiały Budowlane*, nr 11, 2000, s. 60-63.
3. Piłat J.: Wpływ właściwości mączek mineralnych na kształtowanie cech technicznych kompozytów mineralno-asfaltowych, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, *Prace Naukowe, Budownictwo z. 126*, Warszawa 1994.
4. 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.
5. Judycki J., Jaskuła P.: Badania odporności betonu asfaltowego zawierającego wapno hydratyzowane na działanie wody i mrozu, V Międzynarodowa Konferencja Trwałe i Bezpieczne Nawierzchnie Drogowe, Kielce 11 – 12 maja 1999, s. 111-118.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Bohdan Mochnacki