

dr inż. Marta Wasilewska¹⁾
mgr inż. Agnieszka Topczewska

Ocena właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej typu BBTM z kruszywem ze złoża polodowcowego

Evaluation of asphalt mixture BBTM using aggregate from glacier deposits

DOI: 10.15199/33.2015.04.17

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki badań właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej typu BBTM 11A PMB 45/80-65 oraz kruszywa polodowcowego ze złoża Stożne. Wyniki badań właściwości geometrycznych i fizycznych kruszyw potwierdziły, że mogą być one wbudowywane do warstwy ścieralnej. Skład mieszanki BBTM 11A PMB 45/80-65 ustalono zgodnie z WT-2:2010. Przeprowadzona ocena właściwości mieszanki wykazała, że spełnia ona wymagania dotyczące odporności na działanie wody ITSR oraz odznacza się dobrą odpornością na deformacje trwałe.

Słowa kluczowe: kruszywa polodowcowe, mieszanka mineralno-asfaltowa, warstwa ścieralna.

Abstract. The article presents the results of the properties of asphalt mixture BBTM PMB 11A 45/80-65 based on aggregate from glacier deposit Stożne. The results of the physical and geometrical properties of aggregates demonstrate that they can be incorporated into wearing course. The mixture composition BBTM 11A PMB 45/80-65 was determined in accordance with the WT-2:2010 standard. The evaluation of the properties of the mixture proved that they meet the requirements for water resistance ITSR and has good resistance to permanent deformation.

Keywords: aggregates from glacier deposits, asphalt mixture, wearing course.

Z doświadczeń francuskich wynika, że warstwy ścieralne z betonu asfaltowego w technologii BBTM wykazują bardzo dobre parametry techniczno-eksploatacyjne. Stosuje się mieszankę mineralno-asfaltową z kruszywem grubym o bardzo dobrych właściwościach geometrycznych i fizycznych oraz nieciąglym uziarnieniu, które tworzy połączenia ziarno do ziarna, a w efekcie gwarantuje bardzo dobre właściwości przeciwoślizgowe oraz pozwala zredukować hałas drogowy.

Złoża do produkcji kruszyw głównie wykorzystywanych do warstwy ścieralnej są zlokalizowane na południu kraju. Ich stosowanie w północno-wschodniej Polsce powoduje wzrost kosztów zakupu materiałów. Natomiast w tym rejonie znajdują się największe zasoby kopalin piaskowo-żwirowych, które powstały głównie w wyniku akumulacji polodowcowej. Należy jednak pamiętać, że nie we wszystkich eksploatowanych złożach znajdują się kruszywa spełniające wymagania określające ich przydatność

do poszczególnych warstw konstrukcji nawierzchni drogowych.

Kruszywa, które mogą być stosowane do wszystkich warstw nawierzchni, są alternatywą w przypadku braku kruszyw ze skał litych w rejonie północno-wschodniej części kraju. Kruszywa polodowcowe są najczęściej stosowane w dolnych warstwach konstrukcji nawierzchni drogowej, natomiast rzadziej w warstwie ścieralnej obciążonej ciężkim ruchem samochodowym. W związku z tym przeprowadzono badania, które miały na celu ocenę właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej typu BBTM 11A z kruszywem polodowcowym przeznaczony na warstwę ścieralną o kategorii ruchu KR3-KR6.

Ocena przydatności kruszywa ze złoża polodowcowego do warstwy ścieralnej

W pierwszym etapie badano właściwości geometryczne i fizyczne kruszywa grubego 2/5, 5/8, 8/11 ze złoża Stożne z rejonu suwalskiego (fotografia) o następującym składzie litologicznym: 51,3% sjenity, 18,8% wapienie, 9,8% granitoidy, 7,8% kwarcyty, 3,3% piaskowce, 1,6% bazalty, 7,4% skały zasadowe. Na podstawie wyników ba-

dań określono kategorie poszczególnych właściwości zgodnie z normą PN-EN 13043:2004 *Kruszywa do mieszank bitumicznych i powierzchniowych utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu* (tabela 1). Ocenę przeprowadzono wg wymagań określonych w Załączniku do Zarządzenia nr 102 GDDKiA z 19 listopada 2010 r.: *Kruszywa do mieszank mineralno-asfaltowych i powierzchniowych utrwaleń na drogach krajowych. Wymagania techniczne* (WT-1).

W związku z tym, że warstwa ścieralna jest narażona na oddziaływanie ruchu samochodowego, czynników atmosferycznych oraz środków chemicznych stosowanych przy zimowym utrzymaniu, najbardziej restrykcyjne wymagania dotyczące kruszyw są określone pod kątem



Kruszywo ze złoża Stożne
Aggregate from deposit Stożne

[Fot. M. Wasilewska]

¹⁾ Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska;
e-mail: marta.wasilewska@pb.edu.pl

Tabela 1. Kategorie właściwości geometrycznych i fizycznych kruszywa grubego

Table 1. Categories of geometrical and physical properties coarse aggregates

Właściwości kruszywa	Kruszywo grube	
	2/5	5/8
Uziarnienie wg PN-EN 933-1	G _c 90/15	G _c 90/10
Zawartość pyłów wg PN-EN 933-1	f ₁	f _{0,5}
Kształt kruszywa wg PN-EN 933-3	S _{I15}	
Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej w kruszywie grubym wg PN-EN 933-5	C ₁₀₀₀	
Odporność kruszywa na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2	LA ₂₅	
Odporność na polerowanie kruszywa wg PN-EN 1097-8	PSV ₅₀	
Gęstość ziaren wg PN-EN 1097-6, rozdz. 7, 8 lub 9	ρ _a = 2,7 ρ _{rd} = 2,63 ρ _{ssd} = 2,66	ρ _{rd} = 2,65 ρ _{ssd} = 2,67
Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6	WA ₂₄ 1	
Mrozoodporność wg PN-EN 1367-6 w 1% NaCl;	F _{NaCl} 5	
Grube zanieczyszczenia lekkie, wg PN-EN 1744-1, p.14.2,	m _{LPC} 0,1	

ich wykorzystania w warstwie ścieralnej o kategorii ruchu KR3-KR6. Na podstawie wyników badań stwierdzono, że kruszywa grube ze złoża Stożne spełniają te wymagania.

Właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej typu BBTM 11A PMB 45/80-65

Skład mieszanki mineralno-asfaltowej typu BBTM 11A PMB 45/80-65 opracowano zgodnie z Załącznikiem do Zarządzenia nr 102 GDDKiA z 19 listopada 2010 r.: *Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych. Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania techniczne* (WT-2).

Uziarnienie mieszanki mineralnej zaprojektowano wg z krzywej granicznej, zwanej modelem uziarnienia A (tabela 2), natomiast optymalną zawartość lepiszcza asfaltowego określono przez wykonanie trzech mieszank o różnej

Tabela 2. Uziarnienie mieszanki mineralnej

Table 2. Aggregate particle-size distribution

Wymiar sita	0,063	0,125	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2	16,0
Przechodzi % [m/m]	8,5	10	26	37	43	61	99	100

zawartości asfaltu (B_{min} ± 0,3). Przyjęto asfalt modyfikowany PMB 45/80-65 w ilości 5,4%. W celu ustalenia zawartości środka adhezyjnego (amina kwasów tłuszczowych) przeprowadzono ocenę powinowactwa kruszywa i lepiszcza zgodnie z PN-EN 12697-11. Ustalono, że jego ilość wynosi 0,4% w stosunku do asfaltu. Z kolei w celu uniknięcia spływania lepiszcza asfaltowego z ziaren kruszywa określono optymalną zawartość stabilizatora w postaci włókien celulozowych, która wyniosła 0,2%. Wyniki badań parametrów objętościowych mieszanki mineralno-asfaltowej przedstawiono w tabeli 3.

Ocenę właściwości powiązanych funkcjonalnie mieszanek BBTM 11A PMB 45/80-65 przeprowadzono na podstawie badania odporności na działanie wody i odporności na deformacje trwałe (tabela 4). Nega-

tywne oddziaływanie wody i mrozu na górną warstwę nawierzchni drogowej powoduje obmywanie lepiszcza z kruszywa, utratę przyczepności asfaltu do kruszywa oraz pękanie ziaren kruszywa nasyconych wodą. W związku z tym przy określeniu przydatności mieszanki drogowej do nawierzchni istotna jest ocena jej odporności na działanie wody, której miarą jest wskaźnik wytrzymałości na rozciąganie pośrednie *ITSR*. Zgodnie z WT-2 mieszanki mineralno-asfaltowe przeznaczone na warstwę ścieralną powinny odznaczać się wskaźnikiem *ITSR* nie mniejszym niż 90%.

W wyniku przeciążenia nawierzchni ruchem samochodowym oraz błędów w projektowaniu składu mieszanek mineralno-asfaltowych powstają odkształcenia trwałe – koleiny. Ważna jest więc ocena wrażliwości mieszanki mineralno-asfaltowej na te odkształcenia pod działaniem obciążenia przed jej wbudowaniem w nawierzchnię. Miarą odporności na koleinowanie są: proporcjonalna głębokość koleiny *PRD_{AIR}* po 10 000 cyklach wyrażona w [%] do całkowitej grubości próbki oraz nachylenie wykresu koleinowania *WTS_{AIR}* [mm/10³ cykl]. W przypadku tych parametrów nie określono kryteriów. Wymaga się jedynie ich oceny i deklaracji wyniku.

Wnioski

Mieszanka mineralno-asfaltowa typu BBTM 11A PMB 45/80-65 KR3-KR6 z kruszywem polodowcowym ze złoża Stożne spełniła wymagane właściwości objętościowe oraz funkcjonalne określone w WT-2. Wybór takiego rozwiązania w północno-wschodniej części kraju zagwarantuje użytkownikom dróg komfort i bezpieczeństwo jazdy i pozwoli zaoszczędzić koszty transportu, jakie poniesiono by w przypadku dostawy kruszyw z południowej części kraju. Przeprowadzone badania wykazały, że kruszywa ze złóż polodowcowych mogą być stosowane do warstw ścieralnych, nie wpływając negatywnie na ich właściwości.

Zgodnie z polityką zrównoważonego rozwoju do budowy dróg powinny być stosowane przede wszystkim kruszywa lokalne. Ze względu na różnorodność złóż zawsze należy sprawdzić właściwości geometryczne i fizyczne kruszywa oraz przeprowadzić wymagane badania właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej.

Otrzymano 02.03.2015 r.

Tabela 3. Parametry objętościowe mieszanki mineralno-asfaltowej

Table 3. Volumetric parameters of asphalt mixture

Właściwość	Warunki zagęszczenia	Wynik
Zawartość asfaltu całkowitego B [%]	–	5,4
Gęstość ρ _{mv} [Mg/m ³] wg PN-EN 12697-5; metoda A w wodzie	2x50 uderzeń	2,458
Gęstość objętościowa ρ _{ssd} [Mg/m ³]; wg PN-EN 12697-6	2x50 uderzeń	2,333
Wolna przestrzeń w mma V _m [%] wg PN-EN 12697-8, p. 4	2x50 uderzeń	5,1

Tabela 4. Wyniki właściwości BBTM 11A PMB 45/80-65

Table 4. Results of properties BBTM 11A PMB 45/80-65

Właściwość	Metoda i warunki badania	Wynik
Odporność na deformacje trwałe	PN-EN 12697-22, metoda B w powietrzu, PN-EN 13108-20, D.1.6, 60 °C, 10 000 cykli	WTS _{AIR} = 0,02 mm/10 ³ cykli PRD _{AIR} = 2,7%
Odporność na działanie wody	PN-EN 12697-12, przechowywanie w 40 °C z jednym cyklem zamrażania, badanie w temperaturze 25 °C	ITSR = 92%