NAWIERZCHNIE ASFALTOWE

Kwartalnik Polskiego Stowarzyszenia Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych

Fot. J. Mytych

Nr 1/2006 (5)

ISSN 1734-1434

PSWNA

Polskie Stowarzyszenie Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych

Spis treści

Konieczność usprawnień w procesie budowlanym 1

Omawia Prezes PSWNA – Dariusz Słotwiński

Badania właściwości betonu asfaltowego o nieciągłym uziarnieniu i SMA do cienkich warstw ścieralnych 3

Badania laboratoryjne wykonane przez Zakład Budowy Dróg Politechniki Gdańskiej przedstawiają Piotr Jaskuła i Józef Judycki

eSeMA '06 – Bezpieczne nawierzchnie w technologii SMA 9

Tematyka i przebieg seminarium zorganizowanego przez firmę RETTENMAIER Polska w lutym br. w Zakopanym – relacja Krystyny Szymaniak

Informacje PSWNA 11

PSWNA organizuje seminarium, które odbędzie się w dniach 20-21 kwietnia 2006 r. w Jachrance k/Warszawy. W informacji przedstawiono program seminarium.

Wypełniacz mieszany do mieszanek mineralno-asfaltowych zgodny z PN-EN 13043:2004 12

Informacja o pierwszym wypełniaczu mieszanym do mieszanek mineralno-asfaltowych, wg nowej normy kruszywowej, dostępnym na rynku materiałów drogowych.

Od redakcji

Szanowni Czytelnicy!

Zachęcamy do lektury naszego kwartalnika, pierwszego w tym roku. Oby ten numer, „wiosenny" po długiej zimie, był też zwiastunem pozytywnych zmian w naszym codziennym trudzie drogowym.

Życząc naszym PT Czytelnikom i Sympatykom aby znane zawołanie : „Oj będzie się działo" dotyczyło tylko tych dobrych rezultatów naszych działań w tym 2006 r., zapraszamy do współpracy.

REDAKCJA

Czasopismo jest wspomagane finansowo przez:

bp LOTOS Asfalt ORLEN Asfalt

PSWNA
Polskie Stowarzyszenie Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych

NAWIERZCHNIE ASFALTOWE

Kwartalnik

Polskiego Stowarzyszenia Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych

ASPHALT PAVEMENTS

Quarterly

of the Polish Asphalt Pavements Association

Polskie Stowarzyszenie Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych działa od 1999 r., a od 2000 r. jest członkiem EAPA (Europejskiego Stowarzyszenia Nawierzchni Asfaltowych).

Celem PSWNA jest promowanie nawierzchni asfaltowych, rozwój technologii nawierzchni podatnych, a także transfer wiedzy i informacji w środowisku drogowym w Polsce. Stowarzyszenie zrzesza osoby prawne i fizyczne zainteresowane rozwojem nawierzchni asfaltowych w Polsce.

WYDAWCA

Polskie Stowarzyszenie Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych
02-261 Warszawa, ul. Trojańska 7
tel./fax (48 22) 57 44 374
tel. (48 22) 57 44 352
e-mail: pswna@stowarzyszenie.org.pl

REDAKCJA

Bohdan Żurek – Redaktor Naczelny
Hanna K. Walęcka
Krzysztof Błażejowski

Adres Redakcji:
02-261 Warszawa, ul. Trojańska 7
tel./fax (48 22) 57 44 374
tel. (48 22) 57 44 352
e-mail: pswna@stowarzyszenie.org.pl
www.road.pl/na

ISSN 1734-1434

Konieczność usprawnień w procesie budowlanym

Dariusz Słotwiński*

Wstęp

Bezpośredni wpływ na jakość, terminowość a również i późniejszą trwałość wykonywanych nawierzchni drogowych ma nie tylko wykonawca robót, ale również pozostali uczestnicy procesu budowlanego (inwestycyjnego lub remontowego). Należy tu wymienić zarówno projektanta robót, jak i inwestora oraz nadzór.

Racjonalne gospodarowanie nakładami finansowymi na budowę i utrzymanie dróg wymaga, aby roboty te były na każdym etapie procesu budowlanego przygotowywane i wykonywane z największą starannością, przy wykorzystywaniu praktycznych doświadczeń z poprzednich realizacji oraz najnowszych, sprawdzonych rozwiązań zarówno technicznych, jak i organizacyjnych.

Brak wiedzy o zachowaniu się wykonanych odcinków nawierzchni drogowych i ograniczony przepływ informacji może spowodować i często powoduje powielanie błędnych rozwiązań na kolejnych odcinkach lub np. nieuzasadnione technicznie stosowanie drogich materiałów albo kosztownych rozwiązań konstrukcyjnych.

Dokumentacja projektowa

Wpływ na jakość dokumentacji projektowej rozpoczyna się już na etapie prac planistycznych i badań przygotowawczych.

Wykonanie badań przygotowawczych oraz opracowanie projektu są elementami jednego zlecenia. Projektant dowolnie określa zakres i częstotliwość badań i pomiarów, na których opiera swoje rozwiązania projektowe. Nie zawsze potrafi dokładnie przewidzieć rzeczywiste warunki terenowe. Jak wykazuje praktyka przypadki takie zdarzają się często i mają nierzadko poważne konsekwencje.

A powód tego jest jeden – projektant oszczędza na rozpoznaniu stanu istniejącego. Zmniejsza liczbę wykonanych badań, co w efekcie daje nierzeczywisty obraz warunków terenowych. Powstają dokumentacje, które nie mają związku ze stanem faktycznym.

Bardzo ważną częścią projektu jest Szczegółowa Specyfikacja Techniczna. Dotychczasowe doświadczenia pokazują, że pomiędzy projektantami a wykonawcami robót drogowych występują istotne różnice w podejściu do rozwiązań technologicznych.

Wykonawcy robót drogowych obserwują zróżnicowaną jakość przygotowania SST. Czasami odnosi się wrażenie, że autorzy dokumentacji projektowej niezbyt dobrze łączą wymagania teoretyczne z rzetelną praktyką wykonywania robót.

Powszechne stosowanie zasady kopiowania i wklejania specyfikacji przygotowanych dla innego zadania powoduje, że można np. znaleźć szczegółowe wymagania dotyczące już zakończonej inwestycji, a nie będącej przedmiotem projektu.

Brak praktycznego doświadczenia u autorów specyfikacji i zawodowe asekuranctwo powoduje, że specyfikacje zawierają nadmiernie wysokie wymagania wobec materiałów nawet w przypadku robót na drogach o niewielkim obciążeniu ruchem. Te zawyżone wymagania w istotny sposób podnoszą koszty wykonania robót.

Jedną z podstawowych przyczyn fatalnej jakości SST jest brak jednoznacznych przepisów technicznych w drogownictwie.

W obszarze tzw. przepisów technicznych dotyczących robót drogowych mamy obowiązujące akty prawne, jakimi są ustawy i rozporządzenia ministrów oraz nieobligatoryjne Polskie Normy. Ponadto funkcjonują liczne instrukcje, wytyczne, zasady i zalecenia, które stanowią literaturę techniczną a można je określić jako tzw. „prawo powielaczowe".

Zgodnie z regulacjami polskiego prawa, obowiązującymi przepisami w Polsce są ustalenia zawarte w ustawach i rozporządzeniach ministrów. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie, ustala w załączniku nr 5 zasady projektowania konstrukcji nawierzchni dróg, a w załączniku nr 6 ustala warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać nawierzchnie jezdni. Niestety przepisy te – formalnie obowiązujące – mogą tylko budzić zażenowanie wśród drogowców.

Ustawa z dnia 12 września 2002 r. o normalizacji wprowadziła zasadę, że stosowanie Polskich Norm jest dobrowolne. Z kolei uwarunkowania określające wstąpienie Polski do Unii Europejskiej spowodowały proces wprowadzania norm europejskich EN jako norm PN-EN. Jest to proces, który formalnie potrwa jeszcze 2-3 lata, a w którego praktycznym wdrożeniu, polegającym na stosowaniu norm europejskich, jesteśmy w drogownictwie poważnie opóźnieni. Z tego też względu powinny być podjęte pilne działania celem nadrobienia tych zaległości.

Myliłby się jednak ten, kto upatruje przyczyn niespójności SST, a wręcz nawet sprzeczności wewnętrznych tylko we wdrażaniu nowych norm europejskich. Dokumentacja jest bowiem przygotowana na podstawie rożnych źródeł często pomiędzy sobą niezgodnych i niespójnych.

W tej sytuacji projektanci mają bardzo trudne zadania przy prawidłowym ustalaniu tekstu SST.

Ustalenie i wdrożenie nowoczesnego systemu przepisów technicznych w naszym drogownictwie (analogicznie jak to jest w innych krajach Europy) jest warunkiem wyjścia z obecnego chaosu w tym zakresie.

Inne słabości dokumentacji

Projekt organizacji ruchu ma podstawowe znaczenie dla sprawnej organizacji robót i ich łącznych kosztów. Pospiesznie przygotowane pro-

** Darisz Słotwiński – Prezes STRABAG, Prezes PSWNA, Prezydent European Asphalt Pavement Association*

jekty przerzucają na wykonawców te istotne zadania, które powinny być wstępnie uzgodnione pomiędzy zarządcą drogi a projektantem i uwzględnione w projekcie.

Jednym z podstawowych zagadnień jest organizacja ruchu na odcinku wykonywania robót. Ma ona istotne znaczenie dla sprawnej realizacji robót i ich kosztu. Narzucanie wykonawcy organizacji robót wynikającej z ograniczania do np. 200 m zamknięcia jednego pasa ruchu ma istotny wpływ na tempo robót, a użytkownikom dróg nie ułatwia życia.

Duże tempo prac projektowych oraz „projektowanie kolektywne" (kilka biur projektów robi dokumentację dla jednego kontraktu) powoduje, że uwidacznia się brak spójności pomiędzy projektem drogowym a mostowym oraz brak spójności między robotami branżowymi. Występują niezgodności rzędnych, wymagane jest przeprojektowanie np. posadowienia studzienek rewizyjnych.

Dotychczas nie doczekaliśmy się opracowania rozwiązań technologicznych pozwalających na ochronę przed rozmywaniem skarp nasypów i wykopów już na etapie realizacji robót ziemnych. Niektóre kosztowne rozwiązania projektowe polegające na zainstalowaniu folii bezpośrednio pod warstwą humusu, pochodziły raczej z materiałów reklamowych, niż z doświadczeń wykonawczych.

Kontrola robót

Wykonawca jest jedynym uczestnikiem procesu budowy, który ponosi pełną odpowiedzialność i wszelkie konsekwencje finansowe za jakość wykonanych robót. Sposób przeprowadzania przetargów ma zagwarantować, że wykonanie robót będzie powierzone doświadczonej i kompetentnej firmie.

Obecnie wiele firm posiada wdrożony i utrzymywany systemy zarządzania jakością. (zgodny z normą PN-EN ISO 9001:2001). W przypadku robót autostradowych posiadanie systemu zapewnienia jakości jest warunkiem koniecznym uczestniczenia w przetargu.

Bardzo często wykonawcy zadają sobie pytanie, czy z tego tytułu czerpią jakiekolwiek wymierne korzyści. Czy na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat zmniejszono np. częstotliwość badań kontrolnych?

Obserwując zapisy OST GDDP, norm PN oraz SST można stwierdzić jedynie, że przybywa nowych rodzajów badań – np. odporność na koleinowanie oraz zwiększa się częstotliwość badań już wymaganych np. dwudziestokrotnie w przypadku równości poprzecznej warstw nawierzchni. Większość badań kontrolnych utrzymuje się na „wysokim poziomie" – np. dla każdego przepustu (kilka metrów sześciennych betonu) należy wykonać pełne badania betonu.

Te niczym nieuzasadnione i niespotykane w przepisach zagranicznych częstotliwości badań wydają się mieć dwa źródła. Bezkrytyczne stosowanie częstotliwości, przewidzianych dla maszyn o wielokrotnie mniejszych wydajnościach i dla budów o wielokrotnie mniejszych zakresach. Dzienne wydajności otaczarek z przed niewielu lat, są godzinowymi wydajnościami otaczarek obecnie stosowanych.

Zgodnie z zapisami SST, dla każdej dostawy cementu „wykonawca powinien określić czas wiązania, stałość objętości i wytrzymałość 28 dniową". SST wspaniałomyślnie „dopuszcza ocenę wytrzymałości na podstawie badania wytrzymałości 7-dniowej".

Obecnie dla dużych odbiorców cement jest dostarczany luzem, pochodzi z silosów magazynowych cementowni zawierających partię kilkunastu tysięcy ton spoiwa o znanych właściwościach, dlatego uwzględnianie deklaracji zgodności wystawionej przez producenta posiadającego sprawny system zarządzania jakością jest prawidłowym rozwiązaniem. Kontrolowanie każdej dostawy przypomina odległe już czasy „permanentnych niedoborów" gdy cement workowany mógł pochodzić z różnych źródeł.

Podobnie jak w przypadku cementu zastanawia konieczność kontrolowania penetracji i temperatury mięknienia dla każdej dostawy asfaltu (a nawet każdej autocysterny; wg PN dla 100 ton), chociaż pochodzi on, w długim okresie, z jednego zbiornika magazynowego rafinerii. Wymagania takie wywodzą się z lat, gdy autocysterny dostarczały asfalt z bieżącej produkcji rafinerii i niekoniecznie takiego rodzaju jak w zamówieniu.

Takich przykładów, nieuzasadnionej technicznie, nadmiernej częstotliwości badań można przytoczyć wiele. A przecież takie postanowienia w SST są merytorycznie niepotrzebne, kosztowne, często opóźniają budowę, a nawet dewaluują system kontroli. Na budowach o dużych zakresach robót i poważnych przerobach ilościowych, zagadnienia nadmiernych badań kontrolnych mogą znakomicie utrudnić prawidłową realizację zadań.

Jak widać SST wymagają starannej kontroli jakości, ale sprowadza się ona praktycznie wyłącznie do ogromnej liczby niepotrzebnych badań. Dotyczy to zarówno fazy zatwierdzania recept jak i realizacji robót. Wymagania SST odnośnie terminu zgłoszenia materiałów składowych i recept zakładają, że laboratorium kontrolne, nazywane również niezależnym, oczekuje w bezczynności na dostarczenie materiałów.

W rzeczywistości zdolności przerobowe „laboratoriów niezależnych", są często zbyt obciążone innymi pracami niezwiązanymi z potrzebami nadzorowanej budowy. Inżynier nadzoru powinien otrzymywać recepty z odpowiednim wyprzedzeniem przed rozpoczęciem robót. Laboratoria niezależne nie mogą opóźniać robót i konieczne jest często wzmocnienie ich składu osobowego lub włączenie do prac dodatkowego laboratorium.

Wspomniana uprzednio często ułomna wartość ustaleń technicznych zawartych w SST nakłada na nadzór dodatkowe odpowiedzialne zadania, podejmowania decyzji w wypadkach spornych lub ewidentnych błędów dokumentacji. Gdy nadzór pełnią fachowcy o odpowiednim doświadczeniu i wiedzy, wówczas potrafią podejmować rozstrzygające, prawidłowe decyzje. Często jednak, przy niezbyt kompetentnej obsadzie, mamy do czynienia ze „stacją przekaźnikową", przesyłającą wątpliwości techniczne do biura projektów i inwestora, co prowadzi do opóźniania robót.

Zakończenie

Podane powyżej niektóre trudności występujące przy realizacji robót drogowych wskazują na konieczność udoskonalania organizacji tego procesu. Wykonawcy robót są żywotnie zainteresowani w poprawie istniejącej sytuacji, bo usprawni to realizację kontraktów.

We wspólnym interesie również pozostali uczestnicy procesów inwestycyjnych powinni dążyć do rozwiązywania tych – często trudnych – zagadnień.

Badania właściwości betonu asfaltowego o nieciągłym uziarnieniu i SMA do cienkich warstw ścieralnych

Piotr Jaskuła, Józef Judycki*

Wprowadzenie

Cienka warstwa ścieralna jest to wierzchnia warstwa asfaltowa o niewielkiej grubości, zwykle mniejszej od 4 cm, wykonywana w technologii „na gorąco". Stosuje się ją najczęściej w robotach utrzymaniowych w celu poprawy szczelności i szorstkości nawierzchni oraz przykrycia spękań. Cienkie warstwy ścieralne ze względu na dużą niezawodność oraz dobre właściwości stają się coraz częściej konkurencją dla innych robót utrzymaniowych np. dla powierzchniowego utrwalenia. Coraz częściej stosuje się je również w konstrukcjach nowych dróg i w technologiach wzmacniania konstrukcji.

W artykule zostaną przedstawione wyniki badań laboratoryjnych właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych przeznaczonych do cienkich warstw ścieralnych. Wykonano badania odporności mieszanek na: starzenie, działanie wody i mrozu, deformacje trwałe oraz na spękania niskotemperaturowe. Wszystkie badania zostały wykonane w Laboratorium Drogowym Politechniki Gdańskiej.

W pracy badawczej zastosowano dwa zmienne czynniki: rodzaj mieszanki mineralno-asfaltowej i rodzaj asfaltu. Przebadano dwa rodzaje mieszanki mineralno-asfaltowej: beton o nieciągłym uziarnieniu (BNU) i mastyks grysowy SMA, stosowane do cienkich warstw ścieralnych. Zastosowano cztery rodzaje asfaltu: jeden asfalt drogowy i trzy asfalty modyfikowane polimerem.

Badane materiały

W tablicy 1 przedstawiono właściwości zastosowanych asfaltów. Asfalt 50/70 jest niemodyfikowanym lepiszczem. Asfalty Modbit 50B (Elastobit 50RG) i Olexobit 80B są lepiszczami średniomodyfikowanymi, zawierającymi termoplastyczny elastomer SBS. Asfalt Modbit 80C (Elastobit 80C) jest lepiszczem wysokomodyfikownym termoplastycznym elastomerem SBS. Wymienione asfalty produkowane są przez polskie rafinerie. Można zauważyć z tablicy 1, że właściwości średniomodyfikowanych asfaltów Modbit 50B i Olexobit 80B są zbliżone, należą one do rodzaju DE 80B wg TWT-PAD-2003. Asfalt wysokomodyfikowany Modbit 80C zawiera większą ilość elastomeru SBS, co skutkuje lepszymi parametrami.

Tablica 1. Właściwości zastosowanych asfaltów

Lp.	Właściwość	50/70	Modbit 50B	Modbit 80C	Olexobit 80B
1.	Penetracja, 100 g, 5s, 25°C, 0.1 mm	49	57	68	53
2.	Ciagliwość w 25°C, cm	>155	153	33	>155
3.	Temperatura mięknienia PiK, °C	57	57	72	53
4.	Temperatura łamliwości Frassa, °C	n.b.	-10	-20	<-13
5.	Lepkość, Pa.s w:				
	60°C	594	1000	1320	1055
	90°C	n.b.	23.4	29.3	28.3
	135°C	n.b.	0.84	2.25	1.43
	160°C	n.b.	0.44	0.76	0.49
6.	Nawrót sprężysty, %	n.b.	74	98	62

n.b. – nie badano

W badanych mieszankach mineralno-asfaltowych zastosowano grysy granitowe 5/8, 2/5 z Karlsham (Szwecja) oraz piasek łamany granitowy 0/2 z Karlshamn (Szwecja) i wypełniacz wapienny z Nordkalk. Stosowano środek adhezyjny – aminy tłuszczowe Teramin 14 z ICSO (Kędzierzyn Koźle) w ilości 0,4% w stosunku do zawartości asfaltu. Jako stabilizator asfaltu, zapobiegający spływności asfaltu z powierzchni kruszywa zastosowano włókna celulozowe w formie granulatu – Viatop80 z firmy RETTENMAIER.

Zaprojektowano dziesięć mieszanek mineralno-asfaltowych zgodnie z polskimi wymaganiami podanymi w zeszycie Instytutu Badawczego Dróg i Mostów z Warszawy [1] wg następującego klucza:

a) rodzaj mieszanki (2):
- beton o nieciągłym uziarnieniu 0/8 mm (oznaczony dalej BNU) oraz
- mastyks grysowy SMA 0/8 mm (oznaczony dalej SMA),

b) rodzaj asfaltu (5):
- asfalt drogowy 50/70 + środek adhezyjny (T),
- Olexobit 80B + T,
- Modbit 50B + T,
- Modbit 80C,
- Modbit 80C + T.

Ze względu na to, że asfalt Modbit 80C zawiera większą ilość elastomeru SBS niż pozostałe asfalty modyfikowane zdecydowano sprawdzić adhezję asfaltu do kruszywa kwaśnego i przebadano mieszanki z tym asfaltem bez i ze środkiem adhezyjnym. Wszystkie pozostałe as-

* *dr inż. Piotr Jaskuła – adiunkt w Zakładzie Budowy Dróg Politechniki Gdańskiej, prof. dr hab. inż. Józef Judycki – kierownik Zakładu Budowy Dróg Politechniki Gdańskiej*

falty stosowano w mieszankach wraz ze środkiem adhezyjnym. Mieszanki zawierające środek adhezyjny oznaczono w artykule jako: „nazwa asfaltu + T".

Badanie starzenia mieszanek mineralno-asfaltowych

Cienkie warstwy ścieralne są w szczególności narażone na starzenie w konstrukcji nawierzchni. W warunkach laboratoryjnych symulowano dwa mechanizmy starzenia:

- krótkoterminowego, które przebiega podczas magazynowania asfaltu na wytwórni mieszanek mineralno-asfaltowych, produkcji i wbudowania mieszanki mineralno-asfaltowej,
- długoterminowego, które przebiega podczas eksploatacji nawierzchni.

Badania starzenia mieszanek mineralno-asfaltowych wykonano zgodnie z metodami opracowanymi podczas programu badawczego SHRP (USA) [2] i zaadoptowanymi do warunków polskich z niewielkimi modyfikacjami przez Ar-Rabti i Judyckiego [3,4].

Przygotowanie i kondycjonowanie próbek

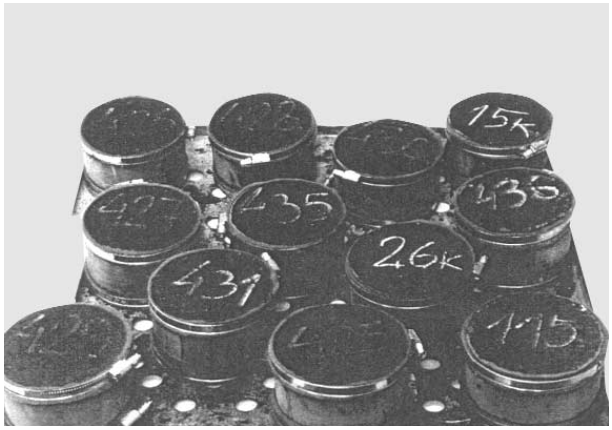
Wszystkie mieszanki wytwarzano w mechanicznej mieszarce laboratoryjnej w temperaturze 155°C.

a) starzenie krótkoterminowe:

Wytworzoną i niezagęszczoną mieszankę poddano procesowi starzenia krótkoterminowego (S. K. S.). Rozkładano mieszankę w blaszane formy tak, aby grubość warstwy wynosiła 2,5 cm. Formy z mieszanką przechowywano w suszarce z nawiewem wymuszonym przez 4 godziny w temperaturze 135°C, cyklicznie mieszając cztery razy w równych odstępach czasu. Następnie mieszankę podgrzewano do temperatury 155°C i formowano próbki. Przygotowywano typowe próbki Marshalla o średnicy D=101 mm i wysokości h=63,5 mm. Próbki zagęszczano 75 uderzeniami ubijaka normowego na każdą stronę.

b) starzenie długoterminowe:

Starzenie długoterminowe (S. D. S.) polegało na przechowywaniu uformowanych i zagęszczonych próbek (Marshalla) w suszarce z nawiewem przez 5 dni w temperaturze 85°C. Próbki dodatkowo owinięte były drobną siatką miedzianą umocowaną dwoma „oringami", celem zabezpieczenia przed ewentualnymi deformacjami.



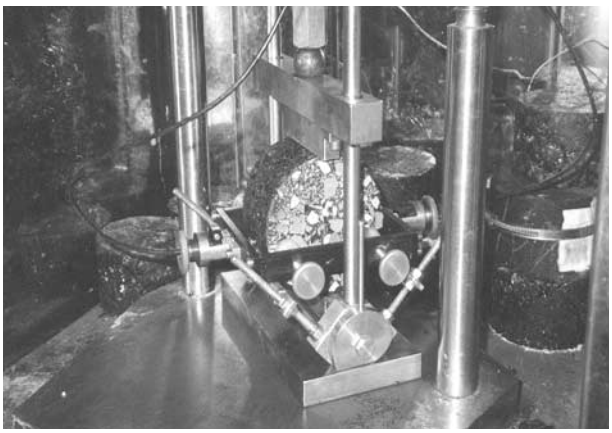
Rysunek 1. Widok próbek przygotowanych do poddania procedurze starzenia długoterminowego

c) próbki niestarzone:

Przygotowywano także próbki nie poddawane starzeniu krótko- i długoterminowemu zwane dalej niestarzonymi (N. S.). Po przygotowaniu mieszanki mineralno-asfaltowej i osiągnięciu przez mieszankę wymaganej temperatury formowano typowe próbki jak do badania Marshalla, w sposób opisany wcześniej. Po uformowaniu próbki niestarzone były przechowywane w temperaturze pokojowej.

Badania cech mechanicznych

Każdą próbkę badano, stosując nieniszczące badanie modułu sztywności sprężystej przy pośrednim rozciąganiu i niszczące badanie wytrzymałości na pośrednie rozciąganie. Badanie modułu sztywności sprężystej przy pośrednim rozciąganiu przeprowadzono w Nottingham Asphalt Tester (NAT) podczas dynamicznego obciążania próbek. Obciążenie polegało na wywarciu stałego naprężenia poziomego 220 kPa w czasie 0,1 s i odciążeniu w czasie 0,6 s. Badanie wytrzymałości na pośrednie rozciąganie przeprowadzono w prasie do badania Marshalla, o prędkości przesuwu tłoka 50 mm/min. Obciążenie było przekazywane przez przekładki o szerokości 12 mm i krzywiźnie o promieniu 50,5 mm, aż do zniszczenia próbki. Temperatura badania modułu i wytrzymałości wynosiła 25°C. Przebadano co najmniej 3 próbki dla każdej serii.



Rysunek 2. Widok próbki podczas badania modułu sztywności sprężystej w schemacie pośredniego rozciągania

Ocena starzenia

Starzenie mieszanek mineralno-asfaltowych określono poprzez wyznaczenie wskaźnika modułu sztywności oraz wskaźnika wytrzymałości na pośrednie rozciąganie. Wskaźniki te służą do porównania zmian zachodzących w mieszankach mineralno-asfaltowych podczas procesów starzenia. Wskaźniki zdefiniowano następująco:

– wskaźnik modułu starzenia krótkoterminowego

$$MR_{SKS/NS} = M_{SKS} / M_{NS} \quad (1)$$

– wskaźnik modułu starzenia długoterminowego

$$MR_{SDS/SKS} = M_{SDS} / M_{SKS} \quad (2)$$

– wskaźnik modułu starzenia całkowitego

$$MR_{SDS/NS} = M_{SDS} / M_{NS} \quad (3)$$

gdzie:

M_{NS} – moduł sztywności sprężystej próbek niestarzonych,

M_{SKS} – moduł sztywności sprężystej próbek po krótkoterminowym starzeniu,

M_{SDS} – moduł sztywności sprężystej próbek po długoterminowym starzeniu.

Tablica 2. Moduły sztywności sprężystej i ich wskaźniki dla betonu o nieciągłym uziarnieniu BNU / mastyksu grysowego SMA

Lp.		Wyniki badań mieszanek z następującymi asfaltami:				
		50/70+T	Olexobit 80B+T	Modbit 50B+T	Modbit 80C+T	Modbit 80C
Moduł sztywności sprężystej w temperaturze 25°C, MPa, mieszanek BNU / SMA						
1.	Próbki niestarzone	3417 / 3672	1838 / 3223	2931 / 2591	1229 / 1474	1441 / 1322
2.	Próbki po krótkoterm. starzeniu	3750 / 4032	3081 / 2860	3471 / 4379	2013 / 1970	1827 / 1679
3.	Próbki po długoterm. starzeniu	5089 / 5782	3993 / 3776	3882 / 5361	2284 / 2318	1895 / 2436
Wskaźniki modułów mieszanek BNU / SMA						
4.	Wskaźnik starzenia krótkoterm.	1,08 / 1,10	1,67 / 0,88	1,18 / 1,69	1,64 / 1,34	1,27 / 1,27
5.	Wskaźnik starzenia długoterm.	1,36 / 1,42	1,30 / 1,32	1,12 / 1,22	1,03 / 1,18	1,04 / 1,45
6.	Wskaźnik starzenia całkowitego	1,48 / 1,56	2,17 / 1,17	1,32 / 2,07	1,86 / 1,57	1,31 / 1,84

Wskaźniki wytrzymałości zdefiniowano analogicznie. Z powodu ograniczenia objętości artykułu przedstawiono tylko wyniki badań modułów (tablica 2).

Na podstawie danych przedstawionych w tablicy 2 nie jest możliwe sformułowanie jednoznacznych spostrzeżeń. Brak jest bowiem jasnych i niesprzecznych zależności dla badanych cech mieszanek. Dla przykładu: najwyższy wskaźnik starzenia osiąga beton o nieciągłym uziarnieniu (BNU) z asfaltem Olexobit 80B+T (2,17), następnie z asfaltem Modbit 80C+T (1,86), ale dla mastyksów grysowych SMA wskaźniki starzenia są odmienne: najwyższy wskaźnik osiąga mastyks z asfaltem Modbit 50B (2,07), a następnie z asfaltem Modbit 80C (1,84).

Wskaźniki starzenia są zbliżone dla obu mieszanek: BNU i SMA tylko z asfaltem drogowym 50/70+T. Asfalt ten charakteryzował się niezaburzonym, umiarkowanym procesem starzenia. Jednocześnie stwierdzono, że moduł sztywności sprężystej jest bardziej wrażliwym, czułym badaniem laboratoryjnego starzenia oraz bardziej różnicuje materiały niż badanie wytrzymałości na pośrednie rozciąganie. Niespodziewanie, mieszanki z asfaltem wysokomodyfikowanym charakteryzowały się niskim modułem w temperaturze 25°C (1200 – 1500 MPa) mimo tego, że lepkość i temperatura mięknienia tego asfaltu osiągały najwyższe wartości ze wszystkich badanych asfaltów.

Badanie odporności mieszanek mineralno-asfaltowych na działanie wody i mrozu

Cienka warstwa ścieralna powinna charakteryzować się w szczególności odpornością na niszczące czynniki środowiskowe. Badanie odporności mieszanek mineralno-asfaltowych na działanie wody i mrozu wykonano wg amerykańskiej normy AASHTO T283 z następującymi odstępstwami: starzenie krótkoterminowe mieszanki wykonano zgodnie z metodą SHRP (4 godz., 135°C) zamiast metody zapisanej w AASHTO T283 (16 godz., 60°C).

Przygotowanie próbek

Zgodnie z normą AASHTO T283 z mieszanki po starzeniu krótkoterminowym zagęszczano próbki jak do badania Marshalla (D=101 mm, H=63,5 mm), używając normowego ubijaka Marshalla, lecz ze zmniejszoną liczbą uderzeń, tak by uzyskać zwiększoną zawartość wolnych przestrzeni 6-8 %, dla przyspieszenia niszczącego oddziaływania wody i mrozu. Te same mieszanki przy normalnym zagęszczeniu uzyskują poziom wolnych przestrzeni na znacznie niższym poziomie od 2,5 % do 4 %. Uformowane próbki dzielono na 2 grupy, z których jedną poddawano odpowiednim metodom kondycjonowania, natomiast drugą stanowiły próbki kontrolne.

Kondycjonowanie próbek

Procedura kondycjonowania składa się z trzech etapów:

- próżniowego nasycania próbek wodą,
- 1 cyklu zamrożenia-odmrożenia,
- poddaniu próbek przedłużonemu oddziaływaniu wody w podwyższonej temperaturze.

Próbki zanurzone w wodzie o temperaturze 20°C przechowywano w komorze próżniowej o ciśnieniu 200 hPa, przez 25 min. Następnie próbki owijano w folię i wkładano w torebki foliowe z 10 ml wody, by zapobiec wyciekaniu wody i poddano je 1-krotnemu zamrożeniu i odmrożeniu (-18°C przez 16 godz.). Kolejnym etapem było umieszczenie próbek w łaźni wodnej o temperaturze 60°C, zdjęcie folii i przechowywanie przez 24 godz.

W procedurze kondycjonowania warunki pierwszego etapu tj. próżniowego nasycania są następujące: ciśnienie 200 hPa i czas nasycania 25 min, tak by osiągnąć stopień nasycenia próbek mieszczący się w przedziale od 55 do 80%. Przez stopień nasycenia rozumie się stosunek objętości wody wchłoniętej przez próbkę do objętości wolnych przestrzeni w tej próbce. Stopień nasycenia wyznaczano korzystając z następującej zależności (4):

$$NW = \frac{(B - A)}{V(B - C)} * 100\% \qquad (4)$$

gdzie:

NW – stopień nasycenia [%],
A – ciężar próbki suchej w powietrzu [g],
B – ciężar próbki nasyconej mierzony w powietrzu (próbkę wycierano przed ważeniem wilgotną szmatką) [g],
C – ciężar próbki nasyconej mierzony w wodzie [g],
V – zawartość wolnych przestrzeni w próbce, wyrażona w liczbie dziesiętnej.

Jeżeli stopień nasycenia osiąga wartość niższą od 55% próbki należy poddać dodatkowemu nasyceniu. Natomiast, jeżeli stopień nasycenia osiąga wartość wyższą niż 80% próbki należy odrzucić.

Próbki kontrolne, bez kondycjonowania były przechowywane w laboratorium w warunkach pokojowych, do czasu pierwszego badania

Tablica 3. Wyniki badań (w temperaturze 25°C) odporności betonu asfaltowego o nieciągłym uziarnieniu BNU / mastyksu grysowego SMA na działanie wody i mrozu

Lp.		Wyniki badań mieszanek z następującymi asfaltami:				
		50/70+T	Olexobit 80B+T	Modbit 50B+T	Modbit 80C+T	Modbit 80C
Moduł sztywności sprężystej w temperaturze 25°C, MPa, mieszanek BNU / SMA						
1.	Próbki bez kondycjonowania, MPa	1871 / 2086	1081/ 1687	1755/ 1982	872/ 1197	765 / 895
2.	Próbki po kondycjonowaniu, MPa	1731 / 2200	1058/ 1660	1706/ 2171	876/ 1121	880 / 773
3.	Wskaźnik modułu (WS)	0,93 / 1,05	0,98 / 0,98	0,97 / 1,10	1,00/ 0,94	1,15/ 0,86
Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie, w temperaturze 25°C, mieszanek BNU / SMA						
4.	Próbki bez kondycjonowania, MPa	0,74 / 0,75	0,70 / 0,80	0,74 / 0,78	0,61/ 0,74	0,58/ 0,59
5.	Próbki po kondycjonowaniu, MPa	0,68 / 0,74	0,70 / 0,85	0,73 / 0,82	0,66/ 0,76	0,57/ 0,56
6.	Wskaźnik wytrzymałości (WR)	0,93 / 0,98	0,99 / 1,06	0,98 / 1,06	1,09/ 1,02	0,98/ 0,96

modułu sztywności sprężystej i wytrzymałości na pośrednie rozciąganie, które odbywało się po zakończeniu kondycjonowania wszystkich próbek z danej serii, po około 48 godzinach.

Badania

Bezpośrednio przed każdym badaniem wszystkie próbki przechowywano w kąpieli wodnej przez 2 godziny w temperaturze 25°C.

Każdą próbkę badano dwukrotnie:

- wykonując nieniszczące badanie modułu sztywności sprężystej przy pośrednim rozciąganiu,
- wykonując niszczące badanie wytrzymałości na pośrednie rozciąganie.

Sposób badania modułu i wytrzymałości zostały opisane w rozdziale „Badania cech mechanicznych". Dla każdej serii przebadano po 6 próbek jednorodnych.

Ocena odporności na działanie wody i mrozu

Odporność na działanie wody i mrozu wg AASHTO T283 charakteryzowana jest przez następujące zależności:

- wskaźnik modułu $\mathbf{WS = M_1 / M_2}$ (5)
- wskaźnik wytrzymałości $\mathbf{WR = R_1 / R_2}$ (6)

gdzie:

M1 i M2 – odpowiednio: moduł sztywności po i przed kondycjonowaniem,
R1 i R2 – odpowiednio wytrzymałość na pośrednie rozciąganie po i przed kondycjonowaniem.

Im mieszanka uzyskuje mniejsze wartości WS i WR, tym jest bardziej wrażliwa na działanie wody i mrozu. Dopuszczalne wartości wskaźników zależne są od warunków klimatycznych. Wg SUPERPAVE, gdzie wykorzystuje się metodę AASHTO T283, wskaźnik wytrzymałości WR dla mieszanek odpornych na działanie wody i mrozu musi być większy od 80 %.

Na podstawie badań przeprowadzonych w Zakładzie Budowy Dróg Politechniki Gdańskiej ustalono kryteria odporności mieszanek na działanie wody i mrozu badanych wg metody AASHTO T283:

- wskaźnik wytrzymałości WR > 80%,
- wskaźnik modułu WS > 75%.

W tablicy 3 przedstawiono wyniki badań odporności działanie wody i mrozu mieszanek BNU i SMA z różnymi asfaltami.

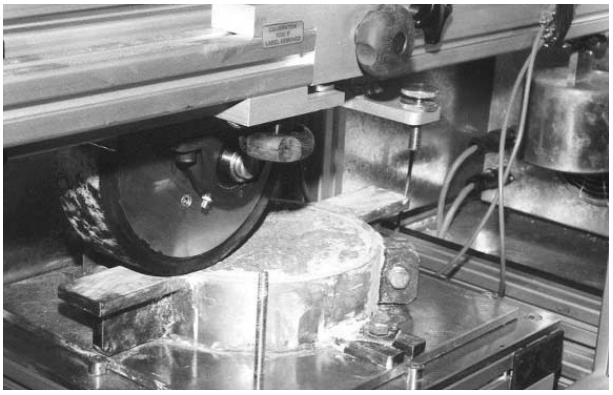
Badane mieszanki charakteryzują się wysoką odpornością na działanie wody i mrozu. Ich wskaźniki modułów i wytrzymałości utrzymują się na poziomie większym niż 90%. Wszystkie asfalty poza asfaltem wysokomodyfikowanym Modbit 80C stosowano ze środkiem adhezyjnym, który pozytywnie wpłynął na cechy badanych mieszanek. Odporność na działanie wody i mrozu mieszanek z asfaltem drogowym była na tym samym poziomie co mieszanek z asfaltami modyfikowanymi. Mieszanki z asfaltem wysokomodyfikowanym Modbit 80C zachowały wysoką odporność na działanie wody i mrozu niezależnie od tego czy zastosowano środek adhezyjny.

Badanie odporności mieszanek mineralno-asfaltowych na deformacje trwałe

Wpływ cienkiej warstwy ścieralnej na koleinowanie się konstrukcji nawierzchni jest raczej niewielki z powodu nie za dużej grubości warstwy. Niemniej jednak, cienkie warstwy ścieralne powinny być odporne na koleinowanie, ponieważ są narażone na największe pionowe naciski wywoływane przez ruch pojazdów i wysoką letnią temperaturę. Badanie odporności na koleinowanie wykonano w brytyjskim urządzeniu koleinującym zgodnie z normą BS 598.

Przygotowanie próbek

Mieszanki mineralno-asfaltowe przygotowywano w mechanicznej mieszarce, a następnie poddano procesowi krótkoterminowego starzenia w suszarce zgodnie z procedurą SHRP, opisaną w rozdziale „Badanie starzenia mieszanek mineralno-asfaltowych". Próbki zagęszczano w formie o wymiarach 75x100 cm i grubości 4 cm małym walcem drogowym (masa 465 kg, średnica 560 mm, szerokość 720 mm, ciśnienie liniowe 6,5 kN/m). Wskaźnik zagęszczenia zagęszczonej mieszanki wynosił od



Rysunek 3. Widok próbki w brytyjskim urządzeniu koleinującym

Tablica 4. Wyniki badań mieszanek mineralno-asfaltowych w brytyjskim urządzeniu koleinującym, zgodnie z BS 598

Lp.	Asfalt	Głębokość koleiny, mm		Prędkość przyrostu koleiny, mm/h	
		Beton asfaltowy o nieciągłym uziarnieniu BNU	Mastyks grysowy SMA	Beton asfaltowy o nieciągłym uziarnieniu BNU	Mastyks grysowy SMA
1.	50/70+T	2,43	2,61	0,81	1,19
2.	Olexobit 80B+T	2,25	2,73	0,78	1,00
3.	Modbit 50B+T	2,42	2,67	0,87	0,46
4.	Modbit 80C+T	2,20	1,57	0,94	0,57
5.	Modbit 80C	2,18	1,91	1,05	0,57

99 do 101%. Z zagęszczonych płyt odwiercono próbki o średnicy 150 mm. Przebadano po 3 próbki dla każdej serii (każdej mieszanki).

Przebieg badań i uzyskane wyniki

Bezpośrednio przed badaniem próbki przetrzymywano w temperaturze badania przez 4 godziny, a następnie poddano obciążeniu kołowemu wg BS 598.

Badanie polegało na pomiarze prędkości przyrostu koleiny oraz maksymalnej głębokości koleiny, wywołanej przemieszczaniem się koła o znormalizowanych wymiarach i obciążeniu, po tym samym śladzie.

Warunki badania były następujące:

- Obciążenie kołem 520 N,
- Częstotliwość 21 cykli/min,
- Całkowita droga przejścia koła po próbce 230 mm,
- Czas trwania badania 45 min,
- Temperatura badania 60°C.

Wyniki badań przedstawiono w tablicy 4.

Ocena wyników

Wg wymagań brytyjskich z 1998 r., zawartych w „Specification for Highway Works (MCHW1) and Notes for Guidance on the Specification for Highway – Clause 943", dla dróg obciążonych ruchem ciężkim i bardzo ciężkim:

- maksymalna głębokość koleiny badanej w temperaturze 60°C nie może być większa od 7,0 mm,
- prędkość przyrostu koleiny nie może być większa od 5,0 mm/h dla mieszanek odpornych na deformacje trwałe.

Wyniki badań podane w tablicy 4 świadczą o wysokiej odporności na koleinowanie wszystkich badanych mieszanek. Głębokość koleiny mieści się w przedziale od 1,5 do 2,7 mm, prędkość przyrostu koleiny zawiera się w przedziale od 0,5 do 1 mm/h. Odnotowano brak wyraźnej różnicy pomiędzy badanymi mieszankami. Należy zwrócić uwagę, że nie tylko mieszanki z asfaltami modyfikowanymi lecz także z asfaltem drogowym wykazały bardzo dobrą odporność na koleinowanie. To wydaje się dowodzić, że szkielet mineralny pełni istotną funkcję w odporności mieszanki mineralno-asfaltowej na koleinowanie.

Badanie właściwości niskotemperaturowych mieszanek mineralno-asfaltowych

Własności niskotemperaturowe badano dla oceny odporności cienkich warstw ścieralnych na spękania niskotemperaturowe powodowane przez skurcz termiczny, odporność wewnętrzną na spękania podczas zimy i inne czynniki, takie jak naprężenia indukowane przez ruch, czy zamarzanie itp.

Przygotowanie próbek

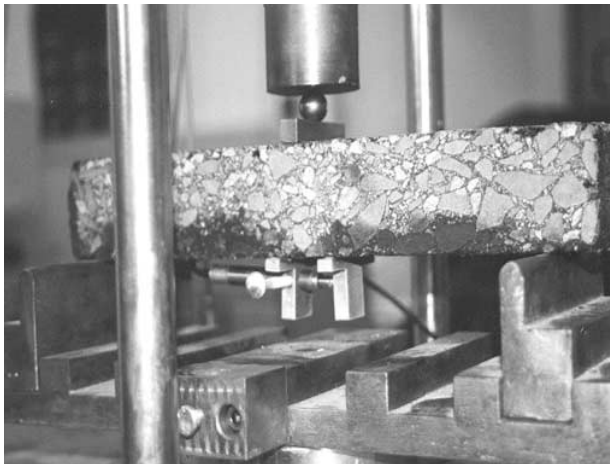
Próbki (belki) zagęszczano lekkim walcem ręcznym. Aby uzyskać próbki prostopadłościenne o wymiarach: 50 x 50 x 300 mm wykonywano płyty o wymiarach 300 x 300 x 50 mm, z których wycinano próbki o żądanych wymiarach. Z jednej płyty przygotowano i przebadano 5 próbek (belek), dla każdej badanej mieszanki.

Badanie

Badanie przeprowadzono zgodnie ze zmodyfikowaną metodą opracowaną przez Judyckiego [7, 8]. Polegało ono na zginaniu belki wolnopodpartej, obciążonej siłą skupioną w środku rozpiętości w prasie ze stałym przesuwem tłoka wynoszącym 1,25 mm/min. Rejestrowano zależność pomiędzy przykładaną siłą a wywoływanym odkształceniem spodu próbki za pomocą czujnika LVDT. Badanie wykonywano w temperaturze -20°C. Na podstawie pomiarów wyliczano następujące wielkości:

- ε_{crit} – krytyczne odkształcenie podczas pęknięcia belki,
- R_z – wytrzymałość na rozciaganie przy zginaniu,
- S – moduł sztywności.

Wyniki badań odporności na spękania niskotemperaturowe przedstawiono w tablicy 5.



Rysunek 5. Widok próbki podczas badania zginania w niskich temperaturach

Tablica 5. Własności niskotemperaturowe mieszanek mineralno-asfaltowych w temperaturze -20°C

Lp.		Wyniki badań mieszanek mineralno-asfaltowych z asfaltem:				
		50/70+T	Olexobit 80B+T	Modbit 50B+T	Modbit 80C+T	Modbit 80C
Beton asfaltowy o nieciągłym uziarnieniu BNU / Mastyks grysowy SMA						
1.	Wytrzymałość na zginanie, MPa	7,94 / 8,11	8,33 / 9,70	7,76 / 8,78	9,83 / 8,76	8,52 / 7,88
2.	Krytyczne odkształcenie przy pęknięciu, ‰	n.w. / 0,71	1,04 / 1,01	1,03 / 0,84	1,57 / 1,03	n.w. / 1,19
3.	Moduł sztywności, GPa	n.w./ 12,19	12,45 / 9,33	9,48 / 11,97	11,55/ 7,94	n.w. / 8,53

n.w. – niepewny wynik

Ocena odporności na spękania niskotemperaturowe

Brak jest oficjalnych wymagań dotyczących odporności mieszanek mineralno-asfaltowych na spękania niskotemperaturowe. Ogólnie można przyjąć, że najbardziej korzystne cechy w niskich temperaturach ma taka mieszanka, która:

- ma wyższe odkształcenia krytyczne ε_{crit} w niskich temperatu rach, ponieważ jest mniej krucha, jest bardziej podatna i zachowuje największą odkształcalność,
- ma większą wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu R_Z w niskich temperaturach, ponieważ może przenieść większe naprężenia termiczne,
- ma mniejszy moduł sztywności S w niskich temperaturach, ponieważ naprężenia termiczne są wprost proporcjonalne do wielkości tego modułu. Zatem naprężenia termiczne i od ruchu zostaną ograniczone, zmniejszone.

Można zauważyć, że asfalty modyfikowane tworzą mieszanki o lepszych właściwościach niskotemperaturowych niż z asfaltem drogowym 50/70. Największe krytyczne odkształcenie w temperaturze -20°C osiągnęła mieszanka z asfaltem wysokomodyfikowanym. Wyniki potwierdziły wcześniejsze badania przeprowadzone przez Zeng i Isacsson [9]. Nie stwierdzono znaczących różnic pomiędzy odpornością na spękania niskotemperaturowe betonu asfaltowego o nieciągłym uziarnieniu BNU i mastyksu grysowego SMA.

Wnioski

1. Badania odporności mieszanek mineralno-asfaltowych do cienkich warstw ścieralnych na starzenie nie wykazały żadnych znaczących różnic pomiędzy mieszankami zawierającymi różne rodzaje asfaltów (asfalt drogowy, asfalty średnio- i wysokomodyfikowane). Obie badane mieszanki: beton asfaltowy o nieciągłym uziarnieniu BNU i mastyks grysowy SMA wykazały podobną odporność na starzenie;
2. Wszystkie badane mieszanki charakteryzowały się dużą odpornością na niszczące oddziaływanie wody i mrozu. Dla wszystkich mieszanek spadek modułu sztywności sprężystej i wytrzymałości na pośrednie rozciąganie po laboratoryjnym kondycjonowaniu wg normy AASHTO T283 był mniejszy niż 10%. Nie odnotowano znaczącej różnicy odporności na działanie wody i mrozu mieszanek z różnymi asfaltami, jak i dla dwóch rodzajów mieszanek mineralno-asfaltowych: BNU i SMA. Mieszanki z asfaltem drogowym miały taką samą odporność na działanie wody i mrozu co z modyfikowanymi asfaltami. Mieszanka z asfaltem wysokomodyfikowanym Modbit 80C zachowała wysoką odporność na działanie wody i mrozu, także bez dodatku środka adhezyjnego. Pozostałe mieszanki, z innymi asfaltami badano tylko ze środkiem adhezyjnym;
3. Wszystkie badane mieszanki mineralno-asfaltowe wykazały się wysoką odpornością na koleinowanie. Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy badanymi asfaltami i dwoma rodzajami mieszanek mineralno-asfaltowych: betonem asfaltowym o nieciągłym uziarnieniu BNU i mastyksem grysowym SMA. Nie tylko mieszanki z asfaltami modyfikowanymi, ale i z asfaltem drogowym wykazały dużą odporność na koleinowanie. Świadczy to o dominującej roli szkieletu mineralnego w odporności mieszanek na koleinowanie;
4. W badaniach niskotemperaturowych znaczącą role odgrywa lepiszcze asfaltowe. Asfalty modyfikowane tworzą mieszanki o lepszych właściwościach niskotemperaturowych niż asfalt drogowy. Największe krytyczne odkształcenie uzyskała mieszanka z asfaltem wysokomodyfikowanym, a najniższe z asfaltem drogowym. Nie stwierdzono istotnych różnic w odporności betonu asfaltowego o nieciągłym uziarnieniu i mastyksu grysowego;
5. Właściwości betonu asfaltowego o nieciągłym uziarnieniu BNU i mastyksu grysowego SMA były zbliżone we wszystkich badaniach. Jednak zaobserwowano w warunkach laboratoryjnych, że beton o nieciągłym uziarnieniu BNU wykazuje lepszą urabialność niż mastyks grysowy SMA.

Literatura

1. „Zalecenia wykonania cienkich warstw ścieralnych „na gorąco" bitumicznych nawierzchni drogowych", („Recommendations for construction of thin „hot" wearing courses of bituminous road pavements"), Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa, 1995.
2. Harrigan E. T., Leahy R. B., Youtcheff J. S., „The Superpave Mix Design System, Manual of Specifications, Test Methods and Practices: Standard method of test for short-term and long-term aging of bituminous mixes" – Strategic Highway Research Program, Designation: M-007, SHRP, Report No. SHRP-A-379, National Research Council, Washington, DC, 1994.
3. Ahmed H. G. Ar-Rabti, „The effect of ageing on mechanical properties of asphalt concrete, stone mastic asphalt and porous asphalt mixes", Doctorís Thesis, Gdansk University of Technology, Civil Engineering Department, Gdansk, 1998.
4. Judycki J., Ahmed H. G. Ar-Rabti, „Badania starzenia mastyksu grysowego" („Testing of ageing of stone mastic asphalt"), XLVII Konferencja Naukowa „Krynica 2001í, Tom 4, Inzynieria Komunikacyjna, Opole – Krynica, 16-21.09.2001, p. 65 – 74.
5. „Superpave Level 1 Mix Design", Asphalt Institute, Superpave Series No. 2 (SP-2), 1995.
6. Judycki J., Jaskuła P., „Badanie oddziaływania wody i mrozu na betony asfaltowe o zwiększonej odporności na deformacje trwałe", („Investigations on action of water and frost on asphalt concretes of increased resistance to permanent deformations"), Drogownictwo, No. 12/1999.
7. Judycki J., „Bending test of asphaltic mixtures under statical loading", Proceedings of the Fourth International RILEM Symposium, Budapest, 23-25 October, 1990, „Mechanical Tests for Bituminous Mixes – Characterization, Design and Quality Control, Chapman and Hall, p. 207-227.
8. Judycki J., Pszczoła M, Jaskuła P., „Modyfikacja metody zginania belek z mieszanek mineralno – asfaltowych i ocena ich parametrów reologicznych" („Modification of bending method of asphalt mix beams and evaluation of their rheological parameters"), VII International Conference „Durable and Safe Road Pavements", Kielce, 8-9 May, 2001, p. 91-100.
9. Zeng H., „On the low temperature cracking of asphalt pavements", Report, Royal Institute of Technology, Stockholm, 1995.

eSeMA ’06 – Bezpieczne nawierzchnie w technologii SMA

Krystyna Szymaniak*

W dniach 22-24 lutego 2006 r. w Zakopanem odbyło się kolejne VI Seminarium pt. **„Bezpieczne nawierzchnie w technologii SMA”** organizowane przez firmę RETTENMAIER Polska, dystrybutora włókien celulozowych (ARBOCEL i VIATOP) stosowanych do mieszanek mineralno-asfaltowych SMA.

Mimo wielu corocznych spotkań nie miały one swojej nazwy, dlatego w 2005 r. organizatorzy ogłosili konkurs na nazwę seminarium. Na początku tegorocznego spotkania ogłoszone zostały wyniki tego konkursu. Większością głosów przyjęta została nazwa **„eSeMA”** zaproponowana przez Panie Halinę Sarlińską i Ewę Wilk. Ponadto nagrodzono Panią Wiesławę Kasperek, która zgłosiła największą liczbę ciekawych pomysłów.

Tegoroczne seminarium cieszyło się ogromnym zainteresowaniem środowiska i można powiedzieć, że powoli wyrasta ono na główną imprezę skupiającą osoby zainteresowane technologią nawierzchni asfaltowych, w tym szczególnie SMA. W spotkaniu wzięło udział ponad 120 osób reprezentujących firmy wykonawcze, administrację drogową, laboratoria oraz dostawców materiałów i maszyn.

Program prezentacji obejmował jak zwykle zagadnienia związane z SMA – od zastosowania poprzez problemy wykonawcze, właściwości eksploatacyjne, asfalty modyfikowane, kruszywa, normy i dokumenty aplikacyjne.

Prezentacje

- Krystyna Szymaniak (RETTENMAIER Polska) – **Geneza powstania technologii SMA w Polsce**.
  Historia SMA w Polsce, od pierwszego dokumentu technicznego w 1971 r., przez powtórne odkrycie w 1990 r. aż do czasów współczesnych. Przedstawienie pierwszych odcinków doświadczalnych z lat 90. XX wieku.
- Klaus Graf (Instytut Schellenberga, Niemcy) – **SMA – zachowanie i zastosowanie**.
  Przedstawienie aktualnej metody projektowania mieszanki SMA w Niemczech, opartej na wytycznych ZTV-Asphalt StB 01. Istotne dla nas jest wskazanie przez p. Grafa na znaczenie parametru dotychczas pomijanego w naszej, polskiej metodzie projektowania SMA – zawartości wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej. Poruszono także wagę rodzaju lepiszcza zastosowanego w SMA i jego wpływ na wielkość deformacji warstwy SMA.
- Krzysztof Błażejowski (ORLEN Asfalt) – **Inne spojrzenie na SMA**.
  W prezentacji poruszono niektóre aspekty projektowania SMA, tworzenia struktury szkieletu mineralnego oraz potencjalnych źródeł błędów projektowania SMA.
- Jacek Boratyński (BUDIMEX-DROMEX) – **Problematyka zagęszczania SMA w warunkach laboratoryjnych i na drodze**.
  Zarówno PN-S-96025 jak i Zeszyt 62 IBDiM zalecają projektowanie SMA metodą Marshalla przy zastosowaniu energii zagęszczania 75 uderzeń na stronę próbki. Badania porównawcze przeprowadzone w Laboratorium Centralnym BUDIMEX-DROMEX wskazują, że stosowanie energii 2x75 uderzeń jest szkodliwe dla mieszanki mineralnej SMA ponieważ powoduje kruszenie ziaren. Zdecydowanie lepsze jest zalecenie 2x50 uderzeń, co zresztą zgodne jest z praktyką powszechną w wielu krajach.
- Krzysztof Błażejowski (ORLEN Asfalt) – **Niektóre problemy wykonawstwa SMA**.
  Przedstawiono usystematyzowany przegląd potencjalnych przyczyn występowania wad wykonawczych warstw z mieszanki SMA.

Od lewej – Panie Ewa Wilk i Halina Sarlińska laureatki konkursu

Od lewej – Pani Wiesława Kasperek laureatka konkursu

** mgr Krystyna Szymaniak – RETTENMAIER Polska Sp. z o.o.*

- Piotr Jaskuła, Józef Judycki (Politechnika Gdańska) – **Badania właściwości eksploatacyjnych BA o nieciągłym uziarnieniu i SMA do cienkich warstw ścieralnych**.
  W referacie porównano mieszanki betonu asfaltowego o nieciągłym uziarnieniu i SMA stosowane do cienkich warstw ścieralnych.
- Lech Krzysteczko (BP Bitumen) – **Asfalty modyfikowane do SMA**.
  Przedstawienie lepiszczy drogowych modyfikowanych polimerami do nawierzchni SMA oraz nowych lepiszczy: odpornych na paliwo oraz niskotemperaturowych.
- Erwin Filipczyk (SKN) – **Projektowanie uziarnienia SMA**.
  W Polsce najpopularniejszym uziarnieniem SMA jest mieszanka 0/12,8 mm, z projektowaniem której mamy dość duże kłopoty materiałowe – niedobór na rynku frakcji 8/11 mm. W referacie przedstawiono zalety mieszanki o uziarnieniu 0/8 mm – zmniejszenie hałasu i lepszy wskaźnik tarcia, to istotne cechy które powinny kierować nasze zainteresowanie na SMA 0/8.
- Piotr Szymczak (SAT) – **Technologia recyklingu na gorąco na miejscu z zastosowaniem włókien celulozowych**.
  Prezentacja technologii recyklingu na gorąco na miejscu, również w odmianie „plus" z nową warstwą ścieralną z mieszanki SMA.
- Bogdan Bogdański (OLD GDDKiA Poznań) – **Porównanie metod badań oraz wymagań odnośnie mrozoodporności kruszyw**.
  W prezentacji wymieniono zasadnicze wątpliwości, jakie rodzą się po przeczytaniu norm EN dotyczących wymagań i metod badań mrozoodporności kruszyw do MMA, a także niejasności w zapisach projektu Dokumentu Aplikacyjnego do PN-EN 13043.
- Konrad Jabłoński (Akademia Inżynierska) – **Kompaktowa warstwa z SMA**.
  Prezentacja zasad wykonania oraz zalet nawierzchni kompaktowych, z warstwą ścieralną z SMA.
- Stanisław Styk (NCC Roads) – **Nowa generacja mieszanek DENSIPHALT**.
- Hanna Walęcka (STRABAG) – **Dokumenty aplikacyjne do EN**.
  Cechą specyficzną norm EN jest ich uniwersalność w skali europejskiej. Wynika z nich zarazem obowiązek nakładany na każdy kraj UE, aby z przedstawionych w normie EN poziomów wymagań wybrano odpowiednie dla klimatu, technologii itd. Taki przegląd krajowych Dokumentów Aplikacyjnych przedstawiono w refeacie.
- Krzysztof Błażejowski (ORLEN Asfalt) – **Zakładowa kontrola produkcji MMA wg EN 13108-21**.
  Norma EN 13108-21 Zakładowa Kontrola Produkcji MMA wprowadza nowe mechanizmy kontroli produkcji, znane wcześniej głównie w systemie ISO 9000 lub akredytacji laboratoriów. Przenosi też na producenta MMA odpowiedzialność za jakość wyrobu i obowiązek dokumentowania systemu kontroli.
- Sebastian Witczak (TPA) – **Porównanie metod badań kruszyw do SMA wg PN i PN-EN**.
  Metody badawcze kruszyw wg dawnych norm PN i obecnych norm PN-EN znacznie się różnią. W prezentacji wskazano różnice oraz ich konsekwencje.

Warto podkreślić, że z roku na rok seminarium cieszy się coraz większą popularnością i zrzesza wielkie grono zwolenników technologii SMA i przyjaciół firmy RETTENMAIER Polska.

Piotr Kurach i Krystyna Szymaniak – organizatorzy eSeMA

Uczestnicy eSeMA

Krzysztof Błażejowski najbardziej zapracowany prezenter

Impreza ta na dobre wpisana została do kalendarza drogownictwa. Wszyscy czekamy na następną edycję eSeMy ´07.

Informacje PSWNA

Informujemy, że w dniach 20-21 kwietnia 2006 r. PSWNA organizuje kolejne XIV Seminarium pod hasłem:

Mieszanki mineralno-asfaltowe
nowe wymagania – nowe metody badań

W programie Seminarium przewiduje się przedstawienie następujących referatów:

- Kierunki rozwoju technologii nawierzchni asfaltowych w Europie i USA
- Zasady stanowienia i regulacji unijnych przepisów technicznych
- Dokumenty aplikacyjne jako metoda wprowadzania norm europejskich do przepisów krajowych
- Aktualny stan normalizacji na mieszanki mineralno-asfaltowe według serii norm EN 13108
- Zakładowy system kontroli produkcji lepiszczy asfaltowych i mieszanek mineralno-asfaltowych
- Stosowanie asfaltów modyfikowanych w Niemczech
- Właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych z asfaltami modyfikowanymi
- Funkcjonalne metody badań asfaltów i mieszanek mineralno-asfaltowych
- Wymagania wobec polimerów dla skutecznej modyfikacji asfaltów
- Porównanie amerykańskich nawierzchni wykonanych z asfaltów klasycznych i modyfikowanych
- Wypełniacz mieszany do mieszanek mineralno-asfaltowych
- Uwagi do projektu dokumentu aplikacyjnego do normy PN-EN 13043:2004
- Związania międzywarstwowe w konstrukcji nawierzchni drogowych
- Prezentacja urządzeń firmy BABCOCK do wytwórni MMA.

Seminarium odbędzie się w Centrum Kongresowym WARSZAWIANKA w Jachrance k/Warszawy.

Zgłoszenia na Seminarium i zapytania prosimy kierować do Biura PSWNA:
tel. (022) 57 44 352; tel./faks (022) 57 44 374

Organizatorzy serdecznie zapraszają do wzięcia udziału w tym Seminarium i mają nadzieję, że prezentacje oraz dyskusje będą interesujące, a uzyskane informacje przydatne w pracy.

Szczegółowy program Seminarium dostępny jest na stronie internetowej kwartalnika :
www.road.pl/na/jachranka06.htm

Internetowa strona naszego Kwartalnika

Informujemy Szanownych Czytelników, że kwartalnik „Nawierzchnie Asfaltowe" posiada swoją stronę internetową umieszczoną pod adresem **www.road.pl/na**

W internetowej wersji kwartalnika znaleźć można:

- spis treści ostatniego wydania
- wersję elektroniczną kwartalnika w formacie PDF
- aktualne informacje PSWNA
- podstawowe informacje o wydawcy, redakcji oraz adresy kontaktowe

Zapraszamy!

Wypełniacz mieszany do mieszanek mineralno-asfaltowych, zgodny z PN-EN 13043:2004

Wprowadzenie

W poprzednim wydaniu kwartalnika NAWIERZCHNIE ASFALTOWE 4/2005 ukazał się artykuł dr. inż. Piotra Jaskuły pt. „Dodatek wapna hydratyzowanego jako środka adhezyjnego do mieszanek mineralno-asfaltowych".

W artykule autor opisał główne czynniki niszczące strukturę wewnętrzną nawierzchni asfaltowej powodowane niewystarczająca adhezją asfaltu do kruszywa oraz metodę zwiększania przyczepności poprzez dodanie wapna hydratyzowanego jako środka adhezyjnego.

ASPHACAL®

Grupa Lhoist jako pierwsza na rynku polskim podjęła się produkcji opisanego w artykule wypełniacza mieszanego. Składa się on z homogenicznej mieszaniny odpowiedniej jakości wypełniacza wapiennego i wodorotlenku wapnia w formie wypełniacza aktywizowanego o nazwie handlowej ASPHACAL®.

Uziarnieniem wodorotlenek wapnia zbliżony jest do wypełniacza podstawowego – mączki wapiennej, o rozbudowanej powierzchni właściwej. Jest silną zasadą o wskaźniku pH 12, związkiem bardzo aktywnym chemicznie i bezzapachowym.

Wodorotlenek wapnia jest stabilny termicznie, nie traci swoich właściwości w wysokich temperaturach, nawet dochodzących do 250°C podczas produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych.

Wg normy PN-EN 13043:2004 wypełniacz mieszany ASPHACAL® spełnia wymagania kategorii *Ka* 20.

ASPHACAL®, stosowany w produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych, charakteryzuje się wielofunkcyjnym działaniem w szerokim spektrum właściwości, zwiększając odporność mieszanki mineralno-asfaltowej na czynniki zewnętrzne.

Stosowanie go w mieszankach mineralno-asfaltowych przynosi wymierne korzyści dla inwestora i wykonawcy robót.

Do mieszanek mineralno-asfaltowych nadaje się i jest stosowany już przeszło 100 lat właśnie wodorotlenek wapnia, który wg najdłużej znanej opinii poprawia odporność mieszanek na niszczące oddziaływanie wody i mrozu.

Wypełniacz mieszany do mieszanek mineralno-asfaltowych ASPHACAL® jest z powodzeniem stosowany w Holandii, Niemczech, Belgii, Francji i USA.

Zalety stosowania ASPHACAL®

Korzyści ze stosowania ASPHACAL®, jako wypełniacza mieszanego do mieszanek mineralno-asfaltowych są dość szerokie. Poza zwiększeniem odporności mieszanek mineralno-asfaltowych na działanie wody i mrozu posiada następujące właściwości:

- zwiększa sztywność mieszanki w podwyższonej temperaturze i zmniejsza podatność na koleinowanie,
- zmniejsza utlenianie i usztywnianie się mieszanki powodowane procesami starzeniowymi zachodzącymi podczas produkcji mieszanek i eksploatacji nawierzchni,
- polepsza odporność mieszanki na spękania niskotemperaturowe.

Wchodzący w skład AsphacalÆ wodorotlenek wapnia, w przeciwieństwie do chemicznych środków adhezyjnych, nadaje się do każdej kompozycji asfaltu i kruszywa. Jest bardzo efektywnym środkiem adhezyjnym dla kwaśnych kruszyw mineralnych.

Dodatek wodorotlenku wapnia zawartego w wypełniaczu mieszanym zwiększa dynamiczny moduł sztywności mieszanki, zależnie od ilości dodawanego $Ca(OH)_2$ i rodzaju mieszanki mineralno-asfaltowej. Asfalt z dodatkiem wypełniacza ASPHACAL® jest istotnie sztywniejszy od asfaltu z klasyczną mączką wapienną w wysokiej temperaturze, podczas gdy w niskiej temperaturze wykazuje taką samą sztywność.

Dodatek wodorotlenku wapnia zwiększa trwałość mieszanek mineralno-asfaltowych.

Pomimo tego, że dodatek $Ca(OH)_2$ zwiększa sztywność mieszanki mineralno-asfaltowej, co mogłoby powodować jej podwyższoną skłonność do spękań termicznych i spękań niskotemperaturowych, wodorotlenek wapnia jednocześnie zwiększa wytrzymałość na rozciąganie. To zaś zwiększa odporność na spękania i ich rozwój.

Spowolnienie czy ograniczenie efektów starzenia się mieszanki mineralno-asfaltowej z wodorotlenkiem wapnia wydłuża eksploatację nawierzchni asfaltowej bez koniecznosci ponoszenia dodatkowych nakładów.

Proporcje i metody dozowania do mieszanek mineralno-asfaltowych

Zawartość wodorotlenku wapnia w wypełniaczu mieszanym ASPHACAL® wynosi od 20 do 30% wagowo w stosunku do masy wypełniacza. Przykładowo w 100 kg wypełniacza mieszanego znajduje się 75 kg tradycyjnej mączki wapiennej i 25 kg wapna hydratyzowanego.

Tak przygotowana mieszanka jest równie wartościowa jak tradycyjnie stosowana mączka wapienna w połączeniu ze środkiem adhezyjnym.

Wypełniacz mieszany ASPHACAL® dozuje się w identyczny sposób jak mączkę wapienną, całkowicie eliminując środki adhezyjne.

Stosując wypełniacz mieszany ASPHACAL® nie ma konieczności stosowania środków adhezyjnych. ASPHACAL® zastępuje łącznie mączkę wapienną i środek adhezyjny.

Dozowanie ASPHACAL® nie wymaga dodatkowego zbiornika – wykorzystuje się do tego celu dotychczasowy zbiornik na wypełniacz wapienny.

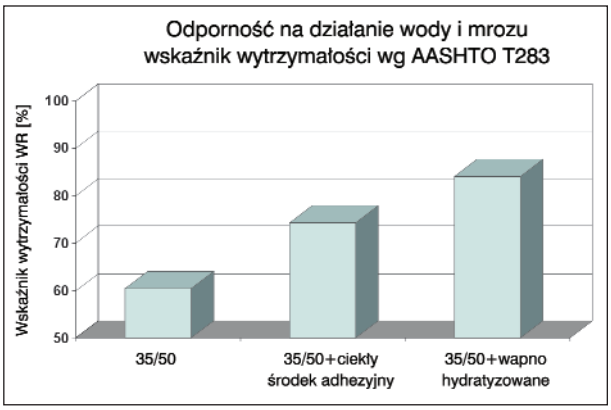
Badania betonu asfaltowego z zastosowaniem wodorotlenku wapnia

W latach 1998-1999 w Zakładzie Budowy Dróg Politechniki Gdańskiej przeprowadzono badania odnośnie właściwości betonu asfaltowego z dodatkiem wodorotlenku wapnia produkowanego przez firmę Lhoist Polska Sp. z o.o.

Prace badawcze:
- Badania odporności betonu asfaltowego zawierającego wapnohydratyzowane na działanie wody i mrozu – Politechnika Gdańska, 10/1998
- Badania odporności na deformacje trwałe betonu asfaltowego zawierającego wapno hydratyzowane – Politechnika Gdańska, 09/1999
- Badania i ocena nawierzchni odcinka doświadczalnego ul. Chwarzchnieńskiej w Gdyni – Politechnika Gdańska, 12/1999

Badania laboratoryjne identyfikowały działanie wodorotlenku wapnia, jako dodatku adhezyjnego oraz dodatku zwiększającego odporność betonu asfaltowego na deformacje trwałe.

Laboratoryjne kondycjonowanie betonu asfaltowego, wg metody amerykańskiej AASHTO T283, symulujące warunki panujące na drodze w długim okresie eksploatacji nawierzchni wykazało wysoką odporność mieszanki z Ca $(OH)_2$ (najwyższy wskaźnik pozostałej wytrzymałości – WR na rys. 1). Po niszczącym badaniu wytrzymałości na pośrednie rozciąganie dokonano oceny przełomu próbek, która potwierdziła osłabienie próbek betonu asfaltowego bez wodorotlenku wapnia, w których występowało więcej ziaren kruszywa odmytego z asfaltu.



Rys. 1.

Rys. 2. Prace drogowe na odcinku doświadczalnym w Gdyni

Wykonano także badania w terenie, będące kontynuacją prac laboratoryjnych, weryfikujące skuteczność działania wodorotlenku wapnia. Na odcinku doświadczalnym (rys. 2) wykonano dwie sekcje nawierzchni: 200 m z ciekłym środkiem adhezyjnym i 200 m z $Ca(OH)_2$.

Obie sekcje cceniane po 4 latach eksploatacji nie wykazały jakichkolwiek zniszczeń powierzchniowych. Wizualnie ich stan był taki sam, co potwierdziły też badania równości podłużnej i poprzecznej, badania szorstkości oraz badania mechaniczne.

Korzyści ze stosowania ASPHACAL®

ASPHACAL® dla wykonawcy/producenta:
- wielofunkcyjność; nie tylko zwiększona adhezja, a zatem odporność na działanie wody i mrozu, ale też odporność na koleinowanie, starzenie i niskie temperatury,
- pewna stabilność (niewrażliwość) termiczna w porównaniu z innymi ciekłymi środkami adhezyjnymi,
- nie ma potrzeby dodatkowej instalacji na wytwórni, jak w przypadku ciekłych środków adhezyjnych,
- brak utrudnień logistycznych i technologicznych na wytwórni,
- brak uciążliwego zapachu.

ASPHACAL® dla inwestora:
- brak zniszczeń powierzchniowych,
- brak kolein,
- dłuższy czas eksploatacji nawierzchni,
- niższe koszty utrzymania i remontów nawierzchni,
- nie zmienia znacząco ceny mieszanki mineralno-asfaltowej.

Artykuł opracowano w Grupie Lhoist na podstawie wyników badań prowadzonych w Zakładzie Budowy Dróg Politechniki Gdańskiej w latach 1998-1999 oraz niepublikowanego raportu: „Wapno hydratyzowane w mieszankach mineralno-asfaltowych" autorstwa Jaskuła P., Judycki J., Gdańsk 2005.

Lhoist Polska
Członek Grupy Lhoist

Lhoist Polska Sp. z o.o.
ul. Morawskiego 5, 30-102 Kraków
Tel: (012) 6291600, fax: (012) 6291609
e-mail: lhoistpolska@lhoist.com

Zakład produkcji wodorotlenku wapnia Lhoist Bukowa Sp. z o.o.

ASFALTY Z KLASĄ

LOTOS Asfalt - Lider na polskim rynku producentów asfaltów modyfikowanych

20/30, 35/50
50/70, 160/220

Konwencjonalne asfalty drogowe zgodne z normą PN-EN 12591:2002

MODBIT
30B, 80B, 80C

Asfalty modyfikowane SBS-em, spełniające najwyższe normy jakościowe

UNIBIT 35/50

Asfalt typu multigrade stworzony dla polepszenia właściwości użytkowych mieszanek mineralno-asfaltowych w wysokich i niskich temperaturach

EMULSJE ASFALTOWE

Szeroka gama emulsji drogowych z Jasła

Wyróżnienie CTK
Autostrada – Polska 2002

Targi Kielce 2005

LOTOS Asfalt Sp. z o.o.

80-718 Gdańsk, ul. Elbląska 135
tel. (58) 308 72 66, fax (58) 308 84 15
e-mail: lotosasfalt@lotosasfalt.pl

LOTOS GRUPA