



EWA MICHTA

ewa.michta@o2.pl



MARTA
KOLANKOWSKA

markol19@wp.pl



MATEUSZ M. IWANSKI

matiwanski@tu.kielce.pl

Koło Naukowe
Drogowców „FENIKS”
Politechnika
Świętokrzyska

Masa zalewowa z asfaltem wysokomodyfikowanym

Wzrost wymagań użytkowników dróg w zakresie zapewnienia na wysokim poziomie komfortu jazdy, który uwarunkowany jest odpowiednią równością, ciągłością i szorstkością nawierzchni powoduje, że również w przypadku obiektów inżynierskich dąży się do ich spełnienia. Jednak ze względu na specyfikę wynikającą z uwarunkowań konstrukcyjnych obiektów, spełnienie tego rodzaju wymagań jest utrudnione. W celu zapewnienia prawidłowej pracy konstrukcji tworzone są szczeliny dylatacyjne, które przerywają ciągłość i równość nawierzchni. W związku z tym, konieczne jest stosowanie odpowiednich rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych, których zadaniem jest ograniczenie ich oddziaływania na ruch pojazdów, poprzez ich odpowiednie zakrycie. Jednym z najprostszych pod względem konstrukcyjnym oraz najtańszym i najszybszym do wykonania rozwiązaniem tego problemu jest asfaltowe przekrycie [1, 7]. Technologia jego wykonania polega na wypełnieniu szczeliny dylatacyjnej specjalną mieszanką mineralno-asfaltową charakteryzującą się dużą zdolnością do przenoszenia

odkształceń. Na polskim rynku dostępnych jest kilka tego typu rozwiązań technologicznych [11, 12, 13, 18, 19, 20].

Jednym z podstawowych elementów asfaltowego przekrycia szczeliny dylatacyjnej jest elastyczna masa zalewowa wykonana na bazie asfaltu modyfikowanego, wypełniacza i zmiękczaczy. W celu spełnienia prawidłowo swojego zadania powinna ona [1, 7, 15]:

- ✓ umożliwić łagodny i cichy przejazd pojazdu przez szczelinę dylatacyjną,
- ✓ zagwarantować swobodę wszelkich przesunięć wynikających z układu statycznego i konstrukcyjnego obiektu inżynierskiego,
- ✓ posiadać odpowiednią wytrzymałość ze względu na konieczność przenoszenia dużych naprężeń wynikających z dynamicznie obciążonych elementów konstrukcji przekrycia dylatacyjnego oraz śrub mocujących,
- ✓ być szczelna i uniemożliwić dostęp wody oraz zanieczyszczeń do dylatacji,
- ✓ charakteryzować się łatwością wykonania oraz naprawy,

- ✓ posiadać niskie koszty utrzymania,
- ✓ być odporna na działanie słońca, produktów naftowych, soli i innych czynników chemicznych. Przyjmuje się, że trwałość konstrukcji dylatacji powinna odpowiadać trwałości nawierzchni, a w idealnych przypadkach – okresowi użytkowania obiektu.

Masy zalewowe są powszechnie stosowanym w Polsce rodzajem zabezpieczenia przerw dylatacyjnych na obiektach o konstrukcji żelbetowej, zespolonej stalowo-betonowej oraz stalowej, w nawierzchniach asfaltowych, betonowych lub epoksydowych [7]. To najtańsze, najszybsze do wykonania i w dodatku najprostsze pod względem konstrukcyjnym rozwiązanie. Jest stosowane na obiektach inżynierskich o małej i średniej rozpiętości przęsła, ze względu na zdolność przenoszenia stosunkowo niewielkich przemieszczeń: od 25 mm ($\pm 12,5$ mm) do 50 mm (± 25 mm).

W związku z tym, że wysokomodyfikowany asfalt charakteryzuje się podwyższonymi właściwościami, celowe jest wykonanie badań dotyczących możliwości wykorzystania jego jako lepiszcza do masy zalewowej i tym samym zapewnienie spełnienia jej wysokich wymagań technologicznych.

Zastosowane materiały

Na bazie wysokomodyfikowanego asfaltu 65/105-80 oraz wypełniacza wapiennego wykonana została masa zalewowa, która może być przeznaczona do [1, 7, 16]:

- wykonywania bitumicznych przekryć dylatacyjnych na obiektach mostowych,
- wypełniania szczelin dylatacyjnych w nawierzchniach asfaltowych i betonowych, również w posadzkach betonowych o dużych rozpiętościach,
- uzupełniania szczelin między elementami betonowymi lub kamiennymi a mieszanką mineralno-asfaltową,
- uszczelniania połączeń pomiędzy nawierzchnią a urządzeniami w nią wbudowanymi takimi jak włazy studzienek, kratki ściekowe,
- wypełniania i uszczelniania pęknięć liniowych oraz uszkodzonych połączeń technologicznych w nawierzchniach asfaltowych.

W celu zapewnienia adhezji lepiszcza do materiału mineralnego na wysokim poziomie, zastosowano dodatek wapna hydratyzowanego w wypełniaczu wapiennym.

Charakterystyka lepiszcza

Jako lepiszcze do wykonania masy zalewowej zastosowano asfalt wysokomodyfikowany 65/105-80, który charakteryzuje się dużą zawartością polimeru SBS w ilości około 7-7,5%

m/m. Tak znacząca jego ilość powoduje powstanie ciągłej sieci polimerowej w strukturze lepiszcza, która nie występuje w typowym polimeroasfalcie. Wpływa to znacząco na właściwości zarówno asfaltu, jak i mieszanek mineralno-asfaltowych wyprodukowanych z jego użyciem. Poprawie ulegają właściwości asfaltu w wysokich i niskich temperaturach, zwiększa się jego przedział temperaturowy stanu lepkosprężystego. Badania wykazały także bardzo dobrą sprężystość tego rodzaju lepiszcza w wysokich temperaturach eksploatacyjnych [9]. Do podstawowych jego zalet należy zaliczyć również zwiększenie odporności na pękanie, deformacje trwałe oraz zmęczenie mieszanek mineralno-asfaltowych. Jak pokazały wykonane badania, modyfikacja asfaltu tak znaczącą ilością polimeru nie spowodowała żadnych problemów technicznych związanych ze stosowaniem tego rodzaju lepiszcza, takich jak brak stabilności podczas magazynowania i transportu czy też związanych z bardzo dużą jego lepkością.

Wybrane właściwości zastosowanego lepiszcza zostały zestawione w tabeli 1.

Tabela 1. Wybrane właściwości asfaltu wysokomodyfikowanego 65/105-80

Właściwość	Metoda badania	Parametry	
		Oznaczone	Normatywne
Penetracja w 25°C 0,1 mm	PN-EN 1426	73	65÷105
Temperatura mięknięcia PiK °C	PN-EN 1427	89	≥ 80
Temperatura łamliwości wg Fraassa °C	PN-EN 12593	-25	≤ -18
Nawrót sprężysty w 25°C %	PN-EN 13398	87	≥ 80
Stabilność magazynowania: Różnica temperatur mięknięcia PiK °C	PN-EN 13399 PN-EN 1427	3	≤ 5
Zakres plastyczności °C	PN-EN 14023 podpunkt 5.2.8.4	114	≥ 100

Na podstawie dokonanej analizy właściwości asfaltu wysokomodyfikowanego 65/105-80 można stwierdzić, że charakteryzuje się on bardzo korzystnymi parametrami, które rekomendują jego zastosowanie jako podstawowego składnika do elastycznej masy zalewowej na gorąco. Duża sprężystość lepiszcza zapewni prawidłową jej pracę w dylatacji, umożliwiając przenoszenie znacznych odkształceń spowodowanych zarówno ruchem pojazdów, jak i czynnikami klimatycznymi. Doskonałe właściwości niskotemperaturowe i wysokotemperaturowe zapewnią wymaganą trwałość masy zalewowej, co jest bardzo istotne w przypadku wykonywania przekryć dylatacyjnych oraz uszczelniania szczelin powstających w nawierzchni.

Charakterystyka wypełniacza mieszanego

Wypełniacz jest istotnym składnikiem każdej mieszanki mineralno-asfaltowej. Jego zawartość w zależności od rodzaju mieszanki mineralno-asfaltowej wynosi od kilku do kilkun-

stu procent. Asfalt wraz z wypełniaczem tworzy kompozyt mineralno-asfaltowy popularnie nazywany mastyksem, którego zadaniem jest połączenie większych ziaren mieszanki mineralnej oraz zapewnienie szczelności mieszanki mineralno-asfaltowej [8, 10]. Odpowiednie wzajemne proporcje asfaltu i wypełniacza w mastyksie mają decydujący wpływ na właściwości mechaniczne mieszanki mineralno-asfaltowej i jej odporność na działanie czynników atmosferycznych, przede wszystkim wody i mrozu [8, 10]. Aby wypełniacz spełnił swoje funkcje w mieszance, powinien charakteryzować się odpowiednimi właściwościami, określonymi w „Tymczasowych wymaganiach wobec wypełniaczy do drogowych i lotniskowych mieszanek mineralno-asfaltowych” opracowanych w 2009 r. [14].

W celu zapewnienia wysokiej jakości masy zalewowej, w badaniach zastosowano wypełniacz mieszany [17], który zawierał w swoim składzie wapno hydratyzowane (wodorotlenek wapnia) w ilości 10, 20 i 30% zamiennie za wypełniacz wapienny. Zadaniem wapna hydratyzowanego jest spowolnienie procesu starzenia [3] oraz polepszenie adhezji asfaltu do kruszywa [2, 4], a tym samym zwiększenie odporności mieszanki na działania wody i mrozu [4], usztywnienie jej w wysokich temperaturach i podwyższenie odporności na deformacje trwałe oraz poprawa właściwości mechanicznych i reologicznych [2]. Zdecydowaną korzyścią stosowania wypełniacza mieszanego jest dłuższy czas eksploatacji nawierzchni bez remontów, a więc obniżenie kosztów utrzymania nawierzchni oraz wyeliminowanie dodatkowych sztucznych środków adhezyjnych, dość wrażliwych na temperaturę wytwarzanej masy, a także brak uciążliwych zapachów, itp.

Metodyka i analiza wyników badań

W celu oceny możliwości wykorzystania asfaltu wysokomodyfikowanego 65/105-80 jako lepiszcza masy zalewowej opracowano program badawczy, który polegał na ocenie:

- podstawowych właściwości masy zalewowej takich jak penetracja w 25°C (PN-EN 1426), temperatura mięknięcia (PN-EN 1427) oraz temperatura Fraassa (PN-EN 12593),
- zastosowania dodatków uplastyczniających w postaci wosku syntetycznego F-T i oleju rzepakowego oraz ich oddziaływania na podstawowe właściwości masy zalewowej.

Opracowano trzy rodzaje masy zalewowej, które różniły się zawartością wypełniacza stosowanego w ilości 20, 40 i 60%. Wyniki wykonanych badań pierwszego etapu wpływu asfaltu wysokomodyfikowanego 65/105-80 na właściwości masy zalewowej zestawiono w tabeli 2.

Na podstawie dokonanej analizy wyników badań przedstawionych w tabeli 2 można stwierdzić, że istotny wpływ na jakość masy oprócz asfaltu wysokomodyfikowanego 65/105-80 ma zawartość mączki wapiennej. Zastosowanie w masie zalewowej 60% mączki wapiennej powoduje niekorzystny duży wzrost jej temperatury łamliwości wg Fraassa, znaczący spadek penetracji oraz wzrost temperatury mięknięcia. Istotny wpływ na analizowane parametry masy zalewowej ma dodatek wapna hydratyzowanego. Wraz ze wzrostem jego zawartości w wypełniaczu następuje usztywnienie masy zalewowej charakteryzujące się obniżeniem penetracji w 25°C i wzrostem temperatury mięknięcia. Jed-

nak wraz ze zwiększeniem koncentracji wapna hydratyzowanego następuje wzrost temperatury tężliwości wg Fraassa, co jest zjawiskiem niekorzystnym, szczególnie przy jego zawartości 30%. Tego rodzaju masa zalewowa, w warunkach pracy w nawierzchni będzie bardzo sztywna, co w konsekwencji spowoduje jej spękanie i utratę trwałości. Mniejsze zawartości wypełniacza wapiennego w masie zalewowej korzystnie wpływają na badane jej parametry.

Tabela 2. Wyniki badań masy zalewowej o różnym składzie [6]

Zawartość wypełniacza w masie zalewowej [%]	Zawartość wapna hydratyzowanego w wypełniaczu [%]	Penetracja w temperaturze 25°C, [0,1 mm]	Temperatura mięknięcia wg Pik, [°C]	Temperatura mięknięcia wg Fraassa, [°C]
20 (oznaczenie 80/20)	0	66,50	85,75	-22
	10	64,86	87,02	-21
	20	63,33	87,45	-19
	30	62,00	88,85	-18
40 (oznaczenie 60/40)	0	47,50	85,90	-20
	10	46,00	87,49	-20
	20	43,25	88,58	-18
	30	40,00	90,46	-18
60 (oznaczenie 40/60)	0	21,00	92,98	-19
	10	19,50	95,26	-18
	20	17,67	96,65	-17
	30	16,75	97,99	-17

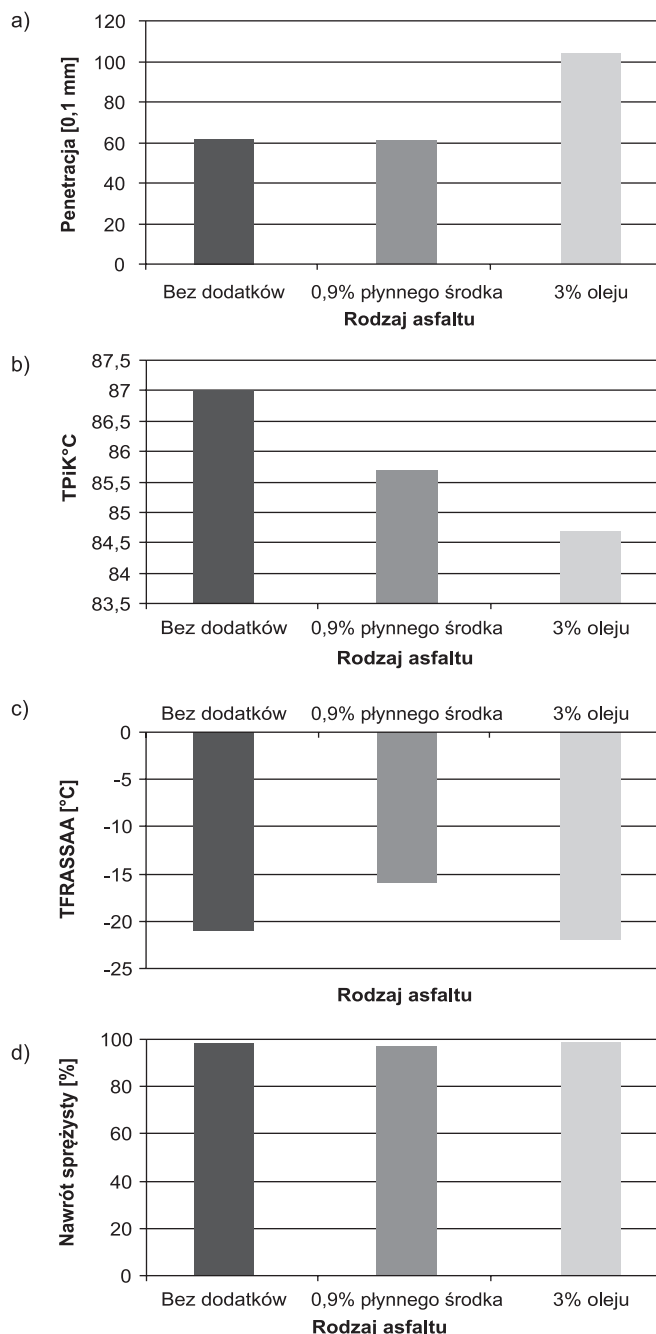
Analizując wyniki badań można stwierdzić, że wapno hydratyzowane może spełniać rolę regulatora właściwości masy zalewowej, przy jego zawartości do 20% w wypełniaczu. Rezultaty oznaczeń wykazują również, że przy wytwarzaniu masy zawartość lepiszcza nie powinna być mniejsza niż 60%.

Do kolejnego etapu badań zakwalifikowano masę zalewową o zawartości 80% asfaltu wysokomodyfikowanego i 20% wypełniacza mieszanego (M80/20) zawierającego 80% mączki wapiennej oraz 20% wapna hydratyzowanego. Masa o takim składzie charakteryzuje się najlepszymi parametrami spośród wszystkich wykonanych w pierwszym etapie badań. W celu dokładniejszego poznania jej właściwości wykonano dodatkowo badanie nawrotu sprężystego.

Podjęto również próbę obniżenia temperatury tężliwości wg Fraassa dodatkiem środka niskowiskozowego w ilości 0,9% w stosunku do masy asfaltu oraz oleju rzepakowego w ilości 3% w stosunku do masy całkowitej. W ten sposób otrzymano dwie nowe mieszanki, które zostały poddane takim samym badaniom jak masa zalewowa M80/20 bez dodatków, a mianowicie badanie: penetracji, temperatury mięknięcia, temperatury tężliwości, oraz nawrotu sprężystego.

Wyniki badań właściwości uzyskanych mas zalewowych przedstawiających wpływ dodatku środka niskowiskozowego oraz oleju rzepakowego przedstawiono na rysunku 1.

Uzyskane masy zalewowe charakteryzują się wysoką sprężystością, czego dowodem jest nawrót sprężysty równy niemal 100% (rys. 1). Oznacza to, że mogą one podlegać bardzo dużym odkształceniom bez wystąpienia zniszczenia, a po zmniejszeniu (lub zaniku) naprężeń przekazywanych przez konstrukcję – powrócą one do swojego pierwotnego kształtu.



Rys. 1. Wpływ dodatków na właściwości masy zalewowej: a) penetracja, b) temperatura mięknięcia, c) temperatura tężliwości, d) nawrót sprężysty

Dodatek środka niskowiskozowego nie poprawia a wręcz pogarsza właściwości wytworzonej z jego udziałem masy, powodując zwiększenie jej temperatury tężliwości wg Fraassa. W związku z tym, nie powinien być on stosowany do badanej masy zalewowej. Natomiast dodatek 3% oleju rzepakowego (w stosunku do masy całkowitej) powoduje korzystne obniżenie jej temperatury tężliwości o około 2°C. W celu potwierdzenia tego korzystnego oddziaływania oleju rzepakowego na temperaturę tężliwości wg Fraassa masy zalewowej, należy wykonać bardziej kompleksowe badania uwzględniające okres jej eksploatacji. Wówczas będzie można jednoznacznie ocenić korzystny wpływ oleju rzepakowego na parametry masy zalewowej.

Tabela 3. Właściwości badanej masy zalewowej

Lp.	Właściwości		Opracowana masa	Aprobata Techniczna		Norma PN-B-24005
				Nr 1 [12]	Nr 2 [13]	
1	Penetracja w temperaturze 25°C	[0,1mm]	64,8	62÷84	45÷65	35÷100
2	Temperatura mięknięcia według metody PiK;	[°C]	87,0	85÷114	90÷110	≥ 55
3	Temperatura łamliwości według Fraassa;	[°C]	-21	≤-30	≤-30	-
4	Splywność w temperaturze 60°C;	[mm]	≤ 2	≤ 5	≤ 3	≤ 5
5	Nawrót sprężysty w temperaturze 25°C	[%]	97,5	≥ 80	≥ 80	-

Należy zaznaczyć, że badanie temperatury łamliwości zostało wykonane w celu porównania właściwości opracowanej masy zalewowej w stosunku do wymagań przedstawianych w aprobatach technicznych dostępnych obecnie na rynku mas zalewowych do przekryć dylatacyjnych. Aprobata techniczna zawiera wymóg temperatury łamliwości ≤ -30°C. Natomiast norma PN-B-24005 „Asfaltowa masa zalewowa” nie podaje wymagań dotyczących tego parametru – temperatury łamliwości wg Fraassa.

Wrażliwość na działanie niskich temperatur wg normy PN-B-24005 „Asfaltowa masa zalewowa” (wymaganie wytrzymałości na uderzenia) oraz właściwości niskotemperaturowych innych dostępnych na rynku mas zalewowych (trwałość kształtu w niskiej temperaturze otoczenia – test z upadkiem 4 kul) określana jest w temperaturze -20°C. W związku z tym, można przyjąć, że ponieważ opracowana masa zalewowa charakteryzuje się temperaturą łamliwości wg Fraassa o wartości -21°C będzie spełniona jej odporność na oddziaływanie niskich temperatur (tabela 3).

Należy zaznaczyć, że analizowane charakterystyki badanej masy zalewowej (penetracja w temperaturze 25°C, temperatura mięknięcia, spływność i nawrót sprężysty) zestawione w tabeli 3 odpowiadają zarówno wymaganiom dwóch podstawowych aprobatach technicznych [12, 13], jak również przedmiotowej normy.

Podsumowanie

Na podstawie wykonanych badań można stwierdzić, że celowe jest zastosowanie asfaltu wysokomodyfikowanego 65/105-80 jako lepiszcza do masy zalewowej przeznaczonej do wypełniania szczelin w nawierzchni, czy też do zalewania przekryć dylatacyjnych. Charakteryzuje się ona parametrami porównywalnymi z wymaganiami stawianymi obecnie wykorzystywanym masom zalewowym zamieszczonymi w aprobatach technicznych oraz w normie przedmiotowej PN-B-24005:1997.

Analiza wyników badań pokazała, że w zależności od potrzeb, można regulować właściwości masy zalewowej poprzez zmianę proporcji jej składników – lepiszcza i wypełniacza. Zwiększenie zawartości wypełniacza w składzie masy zalewowej powoduje zmniejszenie penetracji (masa jest bardziej sztywna), wzrost temperatury mięknięcia oraz nieznaczny wzrost temperatury łamliwości. Istotną rolę odgrywa również wapno hydratyzowane w składzie wypełniacza,

przy pomocy którego można regulować sztywność masy zalewowej.

Natomiast zwiększając lub zmniejszając zawartość lepiszcza w masie zalewowej można kontrolować jej konsystencję, a tym samym przeznaczenie. Jeżeli ma wypełnić wąskie szczeliny w nawierzchni, to powinna mieć bardziej płynną konsystencję, a zatem większą zawartość lepiszcza, a w przypadku wykorzystywania do przykryć dylatacji ilość jego powinna być mniejsza.

Artykuł został opracowany przez członków Koła Naukowego „FENIKS”, laureatów drugiego miejsca w Ogólnopolskim Konkursie „Daj młodemu człowiekowi mapę do Nieba, a odda Ci ją jutro..... poprawioną”, Kielce, 2014 r.

Bibliografia

- [1] J. Głomb: „Budowa mostów II. Wyposażenie mostów”, Gliwice 1972
- [2] M. Iwański, G. Mazurek: „Hydrated Lime as the Anti-aging Bitumen Agent”. 11th International Conference on Modern Building Materials, Structure and Techniques, MBMST 2013, Elsevier, Procedia Engineering 57 (2013) s.424-432
- [3] M. Iwański, G. Mazurek: „Hydrated Lime Effect on Rutting Resistance of SMA Pavements”, Road and Bridges No 12. Warszawa, 2013, s. 361-383
- [4] P. Jaskuła, J. Judycki: „Evaluation of effectiveness of hydrated lime additive in protecting asphalt concrete against water and frost”. Proceedings 6th International Conference on Environmental Engineering, Vilnius, 2005
- [5] J. Judycki, P. Jaskuła: „Asphal. Wypełniacz mieszany. Wapno hydratyzowane w mieszankach mineralno-asfaltowych.”
- [6] M. Kolankowska, E. Michta, B. Michta, D. Nowek: „Zastosowanie asfaltu wysokomodyfikowanego ORBITON HiMA do produkcji mas zalewowych stosowanych do przekryć dylatacyjnych na obiektach mostowych”. Sprawozdanie z realizacji pracy badawczej w ramach konkursu: „Daj młodemu człowiekowi mapę do Nieba, a odda Ci ją jutro..... poprawioną”. Politechnika Świętokrzyska, 2014
- [7] J. Łucyk-Ossowska, M. Radomski: „Urządzenia dylatacyjne w mostowych obiektach drogowych”, WKŁ, Warszawa 2011
- [8] J. Piłat, P. Radziszewski: „Nawierzchnie asfaltowe”, WKŁ, Warszawa 2010
- [9] M. Słowik: „Wybrane zagadnienia lepkości sprężystości drogowych asfaltów modyfikowanych zawierających elastomer SBS”, Politechnika Poznańska, 2013
- [10] B. Stefańczyk, P. Mieczkowski: „Mieszanki mineralno-asfaltowe”, WKiŁ. Warszawa 2008,vs. 320
- [11] PN-EN 14188-1 „Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe. Część 1: Wymagania wobec mas zalewowych na gorąco”
- [12] Aprobata techniczna IBDiM Nr AT/2008-03-0397/1” dotycząca mostowych przekryć dylatacyjnych, asfaltowych typu TARCO
- [13] Aprobata techniczna IBDiM Nr AT/2009-03-1836” dotycząca dylatacji bitumicznej VIAJOINT
- [14] „Tymczasowe wymagania wobec wypełniaczy do drogowych i lotniskowych mieszank mineralno-asfaltowych”, 2009 r.
- [15] PN-B-24005 Asfaltowa masa zalewowa
- [16] www.dylatacjebitumiczne.pl/
- [17] PN-EN 13043:2004 „Kruszywa do mieszank bitumicznych i powierzchniowych utwardzeń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu”
- [18] www.tramwaje.com/masy-bitumiczne/
- [19] www.icopal.pl
- [20] www.izolacja-jarocin.pl