

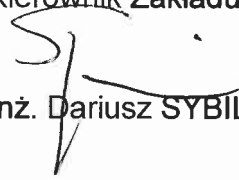
**Instytut Badawczy Dróg i Mostów
Zakład Technologii Nawierzchni
Pracownia Lepiszczy Bitumicznych**

SPRAWOZDANIE

Temat TN-3064/13

Badania porównawcze mieszanek mineralno-asfaltowych z zastosowaniem granulatu z włókien akrylowych z dodatkiem bitumu „DORA A” produkcji firmy BERESTIANAJA GRAMOTA Ltd.

Kierownik Zakładu TN:


prof. dr hab. inż. Dariusz SYBILSKI

Opracowanie:

dr inż. Wojciech Bańkowski
mgr inż. Renata Horodecka
mgr inż. Andrzej Wróbel
Krzysztof Mirski

Warszawa, maj 2013



Spis treści

1.	Podstawa pracy	3
2.	Cel pracy.....	3
3.	Program pracy	3
4.	Metodyka badań MMA	4
4.1.	Cechy fizyczne	4
4.2.	Zawartość wolnych przestrzeni	4
4.3.	Spływność lepiszcza	4
4.4.	Oznaczenie lepiszcza rozpuszczalnego i nierozpuszczalnego.....	5
4.5.	Odporność na działanie wody	5
4.6.	Koleinowanie (mały aparat).....	5
4.7.	Odporność na pękanie niskotemperaturowe	6
5.	Materiały do badań	8
5.1.	Materiały składowe.....	8
5.2.	Projekt mieszanki mineralno-asfaltowej	8
6.	Wyniki badań	9
6.1.	Badanie spływności (Zadanie 1).....	9
6.2.	Oznaczenie lepiszcza rozpuszczalnego i zaabsorbowanego przez kruszywo	10
6.3.	Badanie właściwości MMA - koleinowanie (Zadanie 2).....	10
6.4.	Badanie właściwości MMA - ITSr (Zadanie 2).....	12
6.5.	Badanie odporności na pękanie niskotemperaturowe (Zadanie 3).....	12
7.	Analiza porównawcza. Sprawozdanie (zadanie 4).....	13
8.	Podsumowanie	18
9.	Bibliografia	19

Załącznik 1. Recepty SMA11 S 45/80-55 z włóknem akrylowym z dodatkiem bitumu DORA A (DA) oraz z Viatop Premium (VP)

1. Podstawa pracy

Badania wykonano na podstawie umowy nr 91/TN/2013 (temat N-3064) z dnia 27.02.2013 r. zawartej pomiędzy firmą WELDON Sp. z o.o., a Instytutem Badawczym Dróg i Mostów z Warszawy.

2. Cel pracy

Celem badań była ocena przydatności granulatu z włókien akrylowych z dodatkiem bitumu DORA A z firmy WELDON, jako stabilizatora do mieszanek mineralno-asfaltowych. Uzyskane wyniki badań mogą być wykorzystane w ewentualnym opracowaniu Rekomendacji Technicznej IBDiM.

Program badań zakładał dwuetapową realizację badań. W pierwszym etapie przeprowadzono badania spływności mające na celu określenie optymalnej zawartości stabilizatora w MMA. W tym celu wykonano serię oznaczeń spływności z zastosowaniem różnej zawartości stabilizatora. Wybrano optymalny wariant spełniający wymagania wg WT-2 [1]. W drugim etapie przeprowadzono badania mieszanki mineralno-asfaltowej z dodatkiem granulatu DORA A celem sprawdzenia właściwości MMA pod względem spełnienia wymagań WT-2 2010 Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych [1]. Celem pracy było wykazanie, czy zastosowanie granulatu DORA A z włókien akrylowych z dodatkiem bitumu w istotny sposób wpływa na właściwości MMA. W celu określenia wpływu granulatu akrylowego na inne, wymagane właściwości MMA w zadaniu 3 przewidziano badania odporności na pękanie niskotemperaturowe mieszanki SMA z granulem DORA A. Tak zrealizowany program badań pozwolił na ocenę wpływu dodatku granulatu z włókien akrylowych z dodatkiem bitumu na właściwości funkcjonalne MMA, tj.: odporność na koleinowanie i odporność na działanie wody odporność na pękanie niskotemperaturowe. W pracy przewidziano analizę porównawczą zbadanych właściwości mieszanki SMA z zastosowaniem stabilizatora DORA A w odniesieniu do właściwości takiej samej MMA z zastosowaniem zamiennie stabilizatora Viatop Premium. Do celów porównawczych wykorzystano wyniki archiwalne wg sprawozdania TN-2865/12/1.

3. Program pracy

Program pracy zgodnie z założeniami umowy został podzielony na zadania. tj.:

Zadanie 1 – Badanie spływności

Przewidziano wykonanie badania spływności wg PN-EN 12697-18 p.5 dla mieszanki typu SMA. Celem badań było określenie optymalnej zawartości granulatu w MMA pod względem spływności. Przewidziano sprawdzenie jednego rodzaju granulatu.

Zadanie 2 – Badanie właściwości mma

W ramach tego zadania przewidziano przeprowadzenie badania jednej mieszanki SMA z dodatkiem granulatu DORA A produkcji WELDON pod kątem spełnienia wymagań WT-2 2010 Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych:

- zawartości wolnych przestrzeni wg PN-EN 12697-8 p.4 [2],
- odporności na działanie wody wg PN-EN 12697-12 i procedury WT-2 2010 [1],

- odporności na deformacje trwałe wg PN-EN 12697-22 [3],
- zawartość asfaltu odzyskanego metodą ekstrakcji wg PN-EN 12697-1 [4].

Zadanie 3 – Badania odporności na pękanie niskotemperaturowe

W ramach tego zadania przewidziano badania odporności na pękanie niskotemperaturowe metodą TSRST (wg PN-EN 12697-46 [5]). Przewidziano sprawdzenie jednego rodzaju granulatu.

Zadanie 4 – Analiza porównawcza. Sprawozdanie

W ramach tego zadania przewidziano przeprowadzenie porównania uzyskanych wyników badań z archiwalnymi wynikami mieszanki SMA z dodatkiem Viatopu Premium (zakres wg zadania 1, 2 i 3).

Na podstawie uzyskanych wyników badań dokonana została ocena wpływu zastosowanego granulatu z włókna akrylowego z dodatkiem bitumu DORA A na właściwości funkcjonalne mieszanki mineralno-asfaltowej. Wyniki badań zostały poddane analizie porównawczej właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych z zastosowaniem różnych stabilizatorów, tj. DORA A i VIATOP PREMIUM.

4. Metodyka badań MMA

4.1. Cechy fizyczne

W ramach niniejszej pracy przewidziano oznaczenie następujących właściwości badanych mieszanek mineralno-asfaltowych:

- Gęstość objętościowa ρ_b próbek asfaltowych oznaczono wg normy PN-EN 12697-6 [6],
- Gęstość ρ_m próbek asfaltowych oznaczono w piknometrze z użyciem czterochloroetylenu wg normy PN-EN 12697-5 [7],
- Wolną przestrzeń V_m w zagęszczonej mieszance mineralno-asfaltowej obliczono zgodnie z normą PN-EN 12697-8 [2].

4.2. Zawartość wolnych przestrzeni

Badanie gęstości i gęstości objętościowej metodą B wykonano wg PN-EN 12697-5 i 6 [6], [7]. Wolną przestrzeń P_p , w zagęszczonej mieszance mineralno-asfaltowej obliczono zgodnie z normą PN-EN 12697-8 [8], wg równania 1:

$$P_p = \frac{\rho - \rho_o}{\rho} \times 100, \% (V/V) \quad \text{Równanie 1}$$

ρ - gęstość mieszanki mineralno-asfaltowej, g/cm³,

ρ_o - gęstość objętościowa mieszanki mineralno-asfaltowej, g/cm³.

Zagęszczenie sprawdzono na próbkach sporządzonych w ubijaku Marshalla stosując 2 x 50 uderzeń na stronę (SMA11).

4.3. Spływność lepiscza

Badanie przeprowadzono metodą wg PN-EN 12697-18 [9].

4.4. Oznaczenie lepiscza rozpuszczalnego i nierozpuszczalnego

Oznaczenie lepiscza rozpuszczalnego i nierozpuszczalnego wykonano metodą ekstrakcji wg PN-EN 12697-1 [4].

4.5. Odporność na działanie wody

Badanie odporności mieszanki na działanie wody wykonano wg PN-EN 12697-12 [10]. Badanie wytrzymałości na rozciąganie pośrednie przeprowadzono na próbkach o średnicy 100 mm wg PN-EN 12697-23 [11]. W trakcie wykonywania badań wykorzystano instrukcję badawczą podaną w załączniku nr 1 do WT-2 2010. Wynikiem badania jest wskaźnik zmiany wytrzymałości podany równaniem:

$$ITSR = 100 \times \frac{ITS_w}{ITS_d} \quad \text{Równanie 2}$$

w którym:

ITSR	wskaźnik zmiany wytrzymałości,
ITS _w	wytrzymałość na rozciąganie pośrednie próbek mokrych, [kPa]
ITS _d	wytrzymałość na rozciąganie pośrednie próbek suchych, [kPa]

4.6. Koleinowanie (mały aparat)

Badanie odporności mieszanki mineralno-asfaltowej na deformacje trwałe w małym koleinomierzu przeprowadza się zgodnie z normą PN-EN 12697-22 [2]. Odpowiednio obciążone koło, z gumową oponą, porusza się cyklicznie po próbce z mieszanki mineralno-asfaltowej z określoną prędkością. W komorze utrzymywana jest temperatura 60°C. Próbki poddane badaniom mogą być przygotowane w zagęszczarce walcowej i mieć kształt płyty o wymiarach 260 na 320 mm oraz grubości od 30 do 100 mm, ewentualnie mogą być odwierconymi rdzeniami o średnicy 200 mm. Podczas typowego badania koło dociskane jest do próbki z siłą 700 ± 10 N, temperatura badania wynosi 60°C ± 1,0°C, a przyrost koleiny jest stale monitorowany, za pomocą elektromagnetycznego czujnika w 35 punktach z dokładnością do 0,01 mm. Wynik oblicza się jako średnią arytmetyczną badania, z co najmniej 2 próbek, o tym samym składzie. Poniżej przedstawiono aparat do koleinowania użyty w badaniach (rys 1).

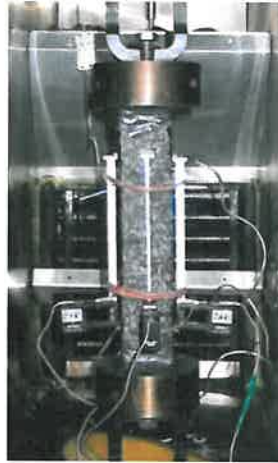


Rysunek 1 Mały koleinomierz w IBDiM

4.7. Odporność na pękanie niskotemperaturowe

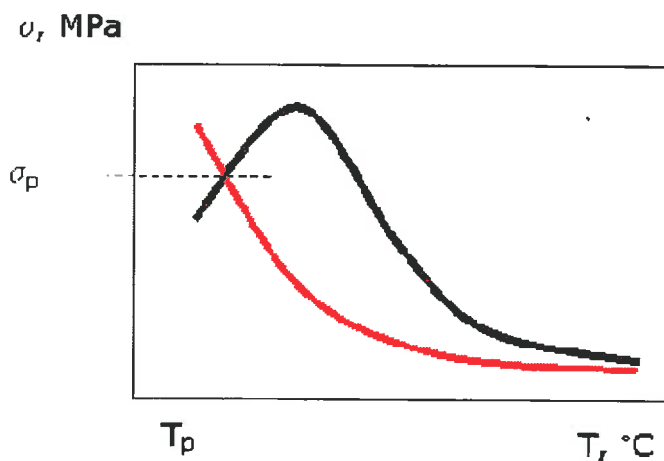
Badania odporności na pękanie niskotemperaturowe przeprowadzono metodą TSRST, którego koncepcja została opracowana przez Monismitha i in. [12], później zastosowana przez Fabba [13] i udoskonalona przez Aranda [14], który przeprowadził obszerne badania wpływu składu mieszanki mineralno-asfaltowej na jej odporność niskotemperaturową [15]. We współpracy z Arandem dokonano też po raz pierwszy oceny właściwości niskotemperaturowych asfaltów drogowych stosowanych w Polsce [16]. Metodyka ta została zaakceptowana w programie badawczym SHARP w USA.

Badania przeprowadzane są zgodnie z normą PN-EN 12697-46 [5] na stanowisku pomiarowym MTS. Próbki do badań mają kształt prostopadłościenny o wymiarach 50 x 50 x 250 mm. Do górnej i dolnej podstawy próbki przykleja się stalowe krążki, które umożliwiają zamocowanie w ramie wytrzymałościowej (rys. 2). Do bocznych krawędzi próbki mocuje się ekstensometry do pomiaru odkształceń wzdłużnych. Całość zamykana jest w komorze termicznej. Temperatura początkowa badania wynosi 5°C, a następnie jest obniżana z prędkością 10°C/h. Zadaniem ramy wytrzymałościowej jest niedopuszczenie do odkształcenia (skurczu) próbki. W takich warunkach w próbce indukowane są termiczne naprężenia rozciągające. Podczas badania rejestrowana jest temperatura, siła rozciągająca oraz odkształcenie. Koniec badania następuje w momencie pęknięcia próbki. Wynikiem badania jest naprężenie przy zniszczeniu oraz temperatura pęknięcia.

**Rysunek 2 Umocowanie próbki w badaniu TSRST**

Spękania niskotemperaturowe należą do spękań indukowanych termicznie. Obniżenie temperatury do wartości ujemnych powoduje zeszywnienie warstwy, przejście ze stanu lepkoplastycznego w stan kruchy, sprężysty. Pojawiają się wówczas naprężenia rozciągające, których czas relaksacji w warunkach niskich temperatur jest wyraźnie wydłużony. Obniżenie temperatury oraz brak możliwości swobodnych odkształceń powoduje wzrost tych naprężeń. Wytrzymałość mieszanki mineralno-asfaltowej na rozciąganie początkowo rośnie, ale potem zaczyna spadać. W momencie przekroczenia wytrzymałości na rozciąganie przez naprężenia rozciągające dochodzi do powstania spękań poprzecznych warstw nawierzchni (rys. 3).

Z powyższych zależności wynika, że mieszanka mineralno-asfaltowa jest tym bardziej odporna na spękania niskotemperaturowe, im w niższej temperaturze osiąga wytrzymałość na rozciąganie. Pojawienie się pęknięcia na powierzchni nawierzchni przyczynia się do powstania tzw. zjawiska karbu i koncentracji naprężeń oraz następuje propagacja pęknięcia.



Rysunek 3 - Schemat przebiegu pęknięcia niskotemperaturowego nawierzchnia asfaltowej: czerwona linia – naprężenie rozciągające termiczne, czarna linia – wytrzymałość na rozciąganie mieszanki mineralno-asfaltowej, σ_p – naprężenie niszczące, T_p – temperatura niszcząca

5. Materiały do badań

5.1. Materiały składowe

Lepiszczce

Asfalt modyfikowany polimerami 45/80-55 z firmy LOTOS Asfalt

Materiały mineralne - kruszywo

Mączka wapienna (Bukowa)

Bazalt 0/2mm (Kopalnia Bazaltu Sulików)

Bazalt 2/5 mm (Kopalnia Wilków)

Bazalt 5/8 mm (Kopalnia Wilków)

Bazalt 8/11 mm (Kopalnia Wilków)

Dodatki

Środek adhezyjny, Wetfix BE z firmy Akzo Nobel.

Stabilizator: DORA A - granulatu z włókien akrylowych z dodatkiem bitumu (skrót: DA).

W tabelicy 1 zostały przedstawione analizy sitowe poszczególnych frakcji kruszyw oznaczone w laboratorium IBDiM, które zostały zastosowane do wykonania mieszanki mineralno-asfaltowej z zastosowaniem włókna akrylowego z dodatkiem bitumu DORA A.

Tablica 1 Analizy sitowe kruszyw

Sito #, mm	Mączka wapienna % (m/m)	Bazalt 0/2 mm % (m/m)	Bazalt 2/5 mm % (m/m)	Bazalt 5/8 mm % (m/m)	Bazalt 8/11 mm % (m/m)
16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	6,70
8,0	0,0	0,0	0,0	3,30	76,40
5,6	0,0	0,0	6,40	71,90	15,70
2,0	0,0	8,88	91,20	24,30	1,00
0,125	3,2	76,71	2,10	0,30	0,0
0,063	8,9	5,14	0,10	0,10	0,0
<0,063	87,9	9,27	0,20	0,10	0,20
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

5.2. Projekt mieszanki mineralno-asfaltowej

W ramach zadania 2 przewidziano badania właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej z dodatkiem granulatu z włóknem akrylowym z dodatkiem bitumu DORA A zgodnie z programem pracy podanym w punkcie 3 niniejszego opracowania.

Ostatecznie przewidziano badania mieszanki SMA11 do warstwy ścieralnej dla ruchu KR3-6 z zastosowaniem asfaltu modyfikowanego 45/80-55 i dodatkiem granulatu DORA A. Mieszankę wykonano z materiałów Wykonawcy (lepiszcze, kruszywo, środek adhezyjny) oraz granulatu z włókna akrylowego z dodatkiem bitumu DORA A dostarczonego przez Zleceniodawcę.

Optymalną zawartość dodatku w stosunku do mieszanki mineralno-asfaltowej MMA

ustalono doświadczalnie wykorzystując badanie spływności. Przyjęte oznakowanie mieszanki mineralno-asfaltowej przedstawione zostało w tablicy 2.

Tablica 2 Oznakowanie mieszanki mineralno-asfaltowej

Rodzaj mieszanki MA	Przyjęte oznakowanie mieszanki MA	Przyjęte oznakowanie (recepta)	Symbol MMA
1	2	3	4
SMA 11 S	SMA11 S (45/80-55) z granulatem z włókna akrylowego z dodatkiem bitumu DORA A	TN/3064/13-DA	DA

Projekt mieszanki mineralno-asfaltowej wykonano wg WT-2 2010 [1]. Szczegółowy skład MMA oraz podstawowe parametry przedstawiono w Załączniku 1.

6. Wyniki badań

Projekt mieszanki mineralno-asfaltowej wykonano wg WT-2 2010 [1]. Szczegółowy skład MMA oraz podstawowe parametry, przedstawiono w Załączniku 1.

W badaniach wykorzystano receptę na mieszankę mineralno-asfaltową typu SMA11 S przeznaczoną do wykonania warstwy ścieralnej nawierzchni drogowej dla ruchu KR5-6 z asfaltem 45/80-55 z zastosowaniem stabilizatora w postaci granulatu z włókna akrylowego z dodatkiem bitumu DORA A.

6.1. Badanie spływności (Zadanie 1)

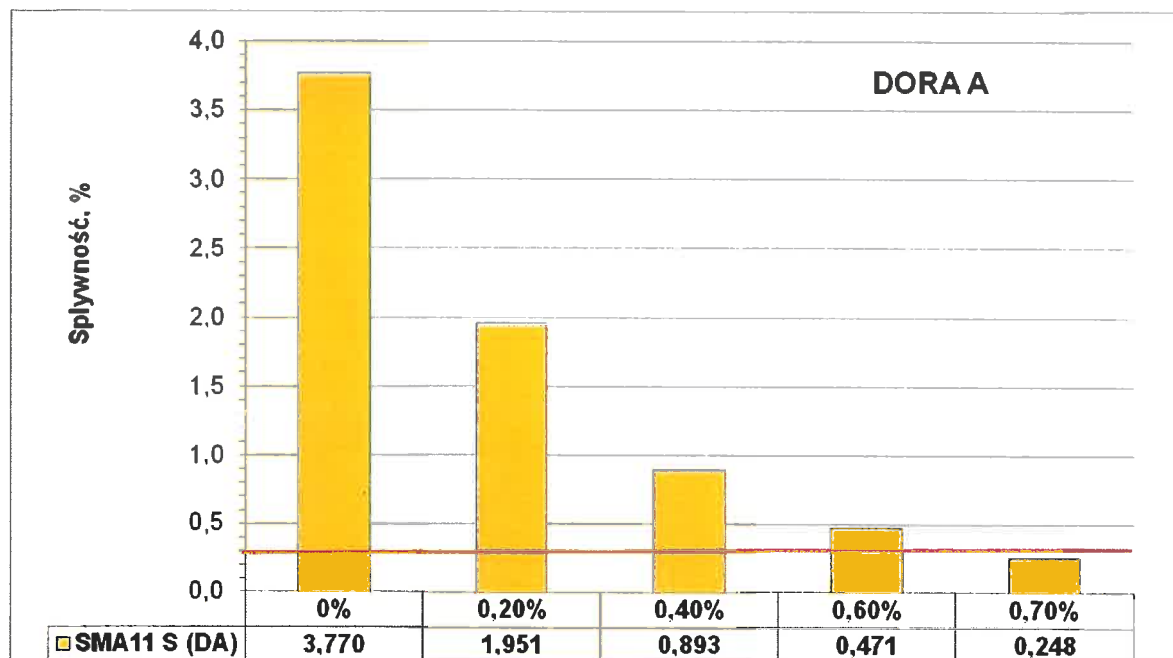
Badanie spływności przeprowadzono metodą wg PN-EN 12697-18 [17]. W celu uzyskania akceptowalnego wyniku spływności w mieszance SMA11 S 45/80-55 przeprowadzono szereg oznaczeń (tablica 3-4). Na rysunku 4 przedstawiono wyniki spływności mieszanek w wersji bez stabilizatora i z jego optymalną zawartością.

Tablica 3 Wyniki spływności – mieszanki SMA11 S

Rodzaj MMA Składniki, właściwość	Mieszanka SMA11 S				
	DORA A				
Rodzaj asfaltu:	45/80-55				
Zawartość asfaltu Am, %	6,5				
Zawartość stabilizatora, %	0,7				
Zawartość środka adhezyjnego, %	0,3				
Wolna przestrzeń w mieszance mineralno-asfaltowej, % v/v	3,5				
Spływność lepiszcza, %	0,248				

Tablica 4 Wyniki spływności – mieszanki SMA11 S

Rodzaj MMA Składniki, właściwość	Mieszanka SMA11 S 45/80-55 (DA)				
	(DORA A)				
Zawartość stabilizatora, %	0,0	0,2	0,4	0,6	0,7
Rodzaj stabilizatora:	(DORA A)				
Spływność, %	3,770	1,951	0,893	0,471	0,248



Rysunek 4 Wyniki splywności - SMA11 S (mieszanka DA)

Analiza uzyskanych wyników i doświadczeń doprowadziła do wytypowania jako optymalnego, wariantu SMA 11 45/80-55 z 0,7% dodatkiem granulatu z włókna akrylowego z dodatkiem bitumu DORA A.

6.2. Oznaczenie lepiszcza rozpuszczalnego i zaabsorbowanego przez kruszywo
Zgodnie z zaleceniami WT-2 Nawierzchnie Asfaltowe 2010 (pkt. 8.1) w laboratorium zostały wykonane próbki z optymalną zaprojektowaną zawartością lepiszcza, a następnie w badaniu ekstrakcji lepiszcza z mieszanki mineralno-asfaltowej określono procentową ilość lepiszcza rozpuszczalnego i nierozpuszczalnego (absorbowanego przez kruszywo).

Tablica 5 Wyniki oznaczenia zawartości lepiszcza w SMA11 S w odniesieniu do założeń recepty nr TN/3064/13-DA

Zawartość lepiszcza wg recepty, %	6,5
SMA11 S z granulatem z włókna akrylowego dodatkiem bitumu DORA A (DA)	
Zawartość lepiszcza odzyskanego (rozpuszczalnego), %	6,23
Zawartość lepiszcza nierozpuszczalnego, %	0,27

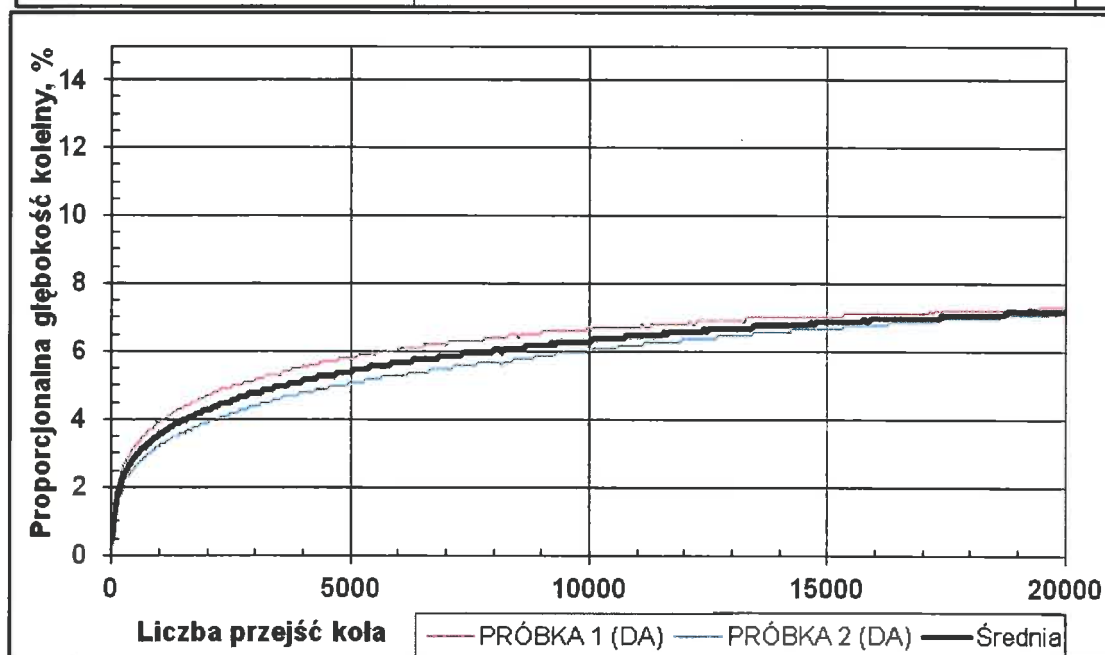
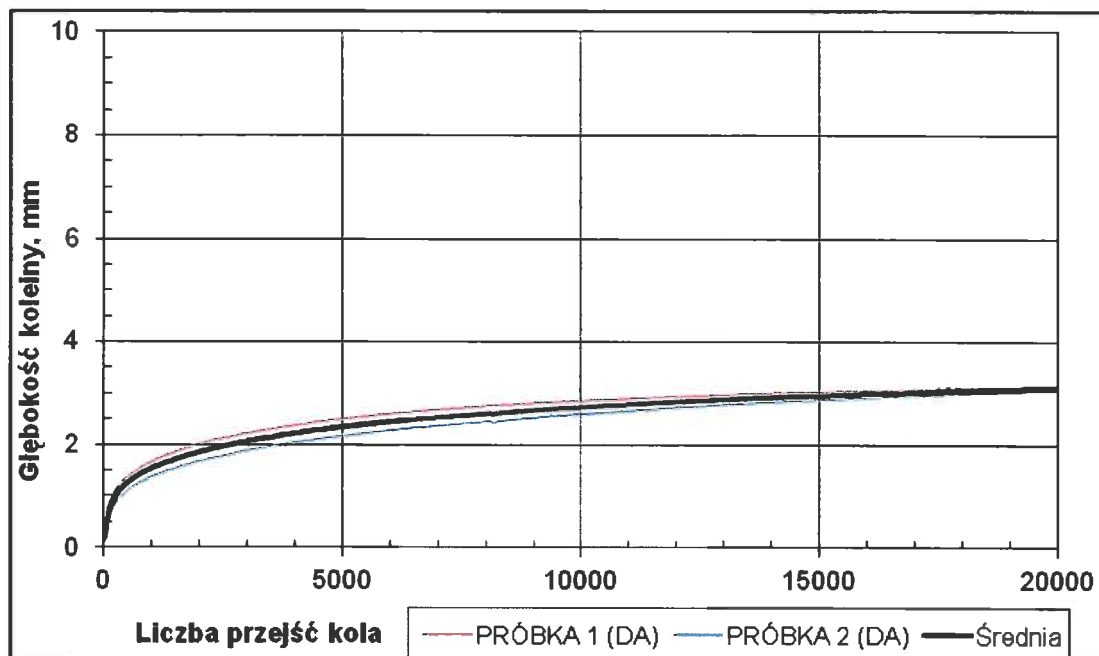
6.3. Badanie właściwości MMA - koleinowanie (Zadanie 2)

Odporność na koleinowanie w małym aparacie

W tablicy 6 i na rysunku 5 przedstawiono wyniki badań koleinowania w małym aparacie oznaczone na próbkach przygotowanych w laboratorium IBDiM. Do wykonania oznaczenia wykonano dwie próbki z MMA (płyty o wymiarach 260mm / 320 mm oraz grubości 42,95 mm).

Tablica 6 Wyniki badania koleinowania w małym aparacie SMA11 S 45/80-55 (DA)

Odporność na deformacje trwałe (metoda B w powietrzu, 60°C, 10000 cykli, % (mm/mm))			
Cykle (przejścia)	2500 (5000)	5000 (10000)	8300 (16600)
Właściwości			
Głębokość koleiny, mm	2,34	2,73	3,11
PRD, %	5,71	6,66	7,20
WTS _(d10000-d5000) , [mm/1000 cykli]			0,076



Rysunek 5 Przebieg badania koleinowania – mieszanka SMA11 S 45/80-55 (DA)

6.4. Badanie właściwości MMA - ITSr (Zadanie 2)

Badanie odporności na działanie wody

Odporność na działanie wody określono zgodnie z WT-2 2010 w temperaturze 25°C na próbkach o średnicy (100±3) mm, zagęszczonych przez ubijanie wg PN-EN 12697-30 [18] (2x35 uderzeń na stronę). Do badań przeznaczono 8 próbek, które podzielono na dwie grupy:

grupa A – próbki pielęgnowane

grupa B – próbki suche

Próbki suche przechowywane są w temperaturze pokojowej bez termostowania. Natomiast próbki pielęgnowane kondycjonuje się w wodzie w podwyższonej temperaturze, zamraża i ponownie kondycjonuje w wodzie. Po kondycjonowaniu określana jest wytrzymałość na rozciąganie pośrednie zgodnie z PN-EN 12697-23 [11] i obliczony jest wyrażony procentowo wskaźnik wytrzymałości na rozciąganie pośrednie ITSr. Wyniki badań zestawiono w tabelicy 7.

Tablica 7 Wyniki badania odporności na działanie wody SMA11 S 45/80-55 (DA)

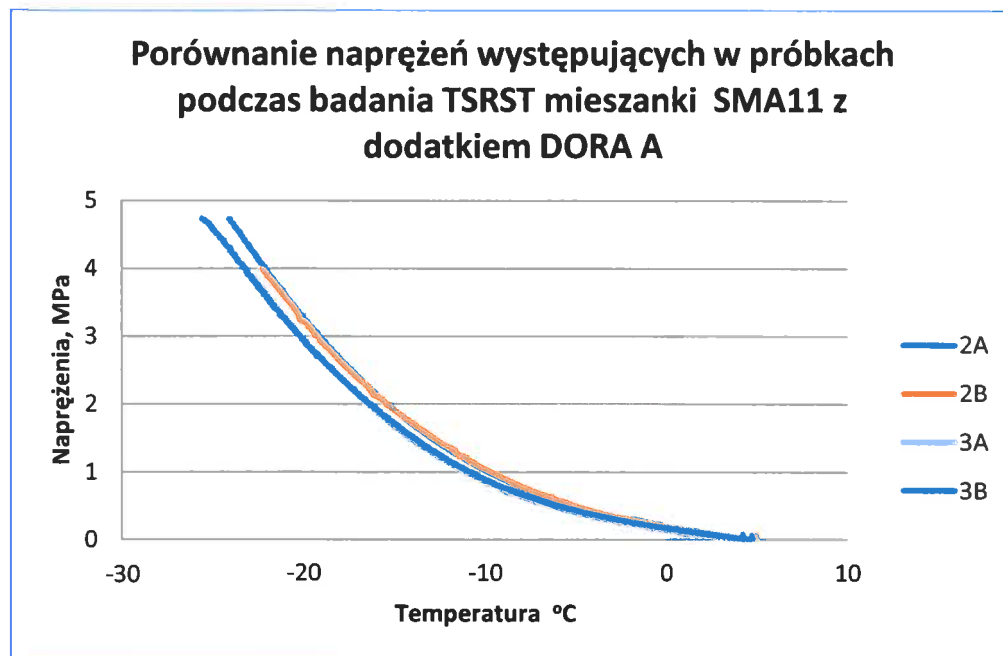
Próbka	Wysokość próbki, mm	Gęstość objętościowa, g/cm ³	Siła niszcząca, kN	Napężenie niszczące, kPa	ITSr, %	
Grupa A (próbki pielęgnowane)						
1A	66	2,478	7,54	720,125	107,3	
2A	64	2,526	8,05	790,765		
3A	64	2,522	8,40	824,841		
4A	65	2,506	8,25	796,567		
Średnia	64,8	2,508	8,06	783,075		
Grupa B (próbki suche)						
1B	66	2,499	6,84	651,737		
2B	65	2,511	8,00	773,172		
3B	66	2,490	7,79	742,036		
4B	64	2,520	7,65	751,918		
Średnia	65,3	2,505	7,57	729,716		

6.5. Badanie odporności na pękanie niskotemperaturowe (Zadanie 3)

W tabelicy 8 i na rysunku 6 przedstawiono wyniki badań TSRST oznaczone na próbkach SMA11 S 45/80-55 z włóknem akrylowym z dodatkiem bitumu DORA A, przygotowanych w laboratorium IBDiM.

Tablica 8 Wyniki badania TSRST - mieszanka SMA11 S 45/80-55 (DA)

Właściwość	Wyniki badań	
	Próbka	DORA A
Temperatura pęknięcia °C		-23,9
Napężenie niszczące, MPa		4,4



Rysunek 6 Wyniki badania TSRST – SMA11 S 45/80-55 (DA)

7. Analiza porównawcza. Sprawozdanie (zadanie 4)

Na podstawie uzyskanych wyników badań dokonano oceny wpływu zastosowanego stabilizatora w postaci granulatu z włókna akrylowego z dodatkiem bitumu DORA A na właściwości funkcjonalne mieszanek mineralno-asfaltowych. Łączne zestawienie wyników wykonanych badań w odniesieniu do wyników archiwalnych z typowym stabilizatorem zawiera tablica 9.

Do porównań zestawiono wyniki badań dwóch mieszanek mineralno-asfaltowych, tj.:

- a) mieszanka SMA11 do warstwy ścieralnej dla ruchu KR3-6, porównawcza z Viatop Premium (z asfaltem 45/80-55) – wyniki archiwalne wg sprawozdania TN/2865/12-2, (recepta nr TN/2865/12-VP wg ZAŁĄCZNIKA 1).
- b) mieszanka SMA11 do warstwy ścieralnej dla ruchu KR3-6 z dodatkiem granulatu z włókna akrylowego z dodatkiem bitumu DORA A (z asfaltem 45/80-55) – wyniki wg TN/3064/13 (recepta nr TN/3064/13-DA wg ZAŁĄCZNIKA 1)

Tablica 9 Zestawienie wyników badań - mieszanka SMA11 S 45/80-55, Am=6,5%

Mieszanka Właściwość, jednostka	SMA11 S		Wymagania wg WT-2 2010 wobec SMA11 KR 5-6
	TN/2865/12-VP	TN/3064/13-DA	
Rodzaj asfaltu:	45/80-55	45/80-55	
Zawartość asfaltu, % m/m	6,5	6,5	-
Zawartość stabilizatora, %	0,6	0,7	-
Gęstość mieszanki mineralno-asfaltowej, g/cm ³	2,654	2,623	-
Gęstość objętościowa mieszanki mineralno-asfaltowej, g/cm ³	2,562	2,531	-
Wolna przestrzeń w mieszance mineralno-asfaltowej (ubijanie 2x50 uderzeń na stronę), % v/v	3,5	3,5	V _{min} 2,0 V _{max} 3,5
Wypełnienie asfaltem wolnej przestrzeni, % v/v	82,4	82,3	
Odporność na deformacje trwałe (metoda B w powietrzu, 60°C, 10000 cykli), WTS _{AIR} mm/1000 cykli)	0,080	0,076	WTS _{AIR} 0,3
Odporność na koleinowanie, PRD _{AIR} %	9,5	7,2	PRD _{AIR} DEKLAROWANE
Odporność na działanie wody, przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania, badanie w 25°C (ITSR), %	91,3	107,3	ITSR ₉₀
Odporność niskotemperaturowa - temperatura pęknięcia °C ⁵⁾	-26,0	-23,9	-
Odporność niskotemperaturowa - naprężenie niszczące, MPa	4,4	4,4	-
Splywność lepiscza, %	0,260	0,248	D _{0,3}
Zawartość lepiscza nierozpuszczalnego, %	0,19	0,27	-

²⁾ ubijanie 2x50 uderzeń na stronę próbki

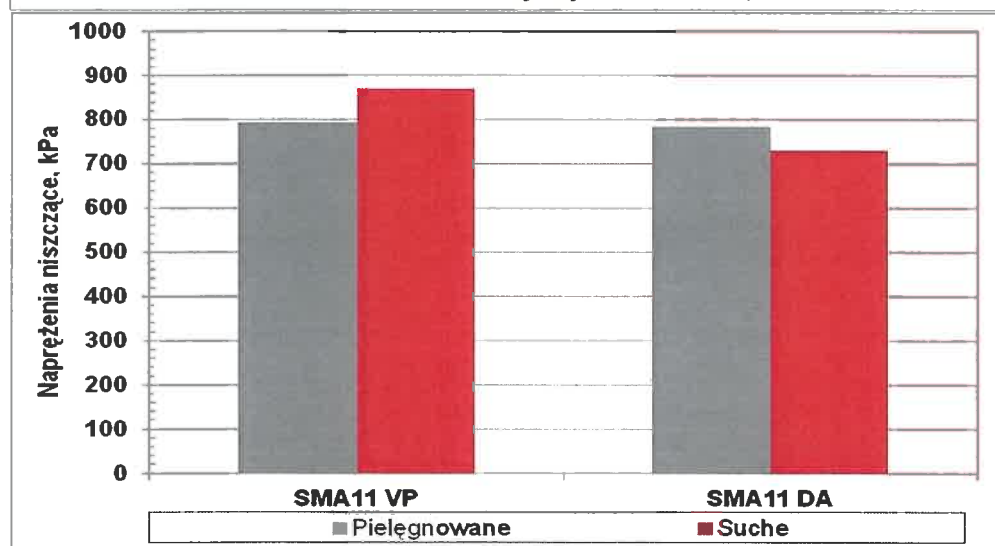
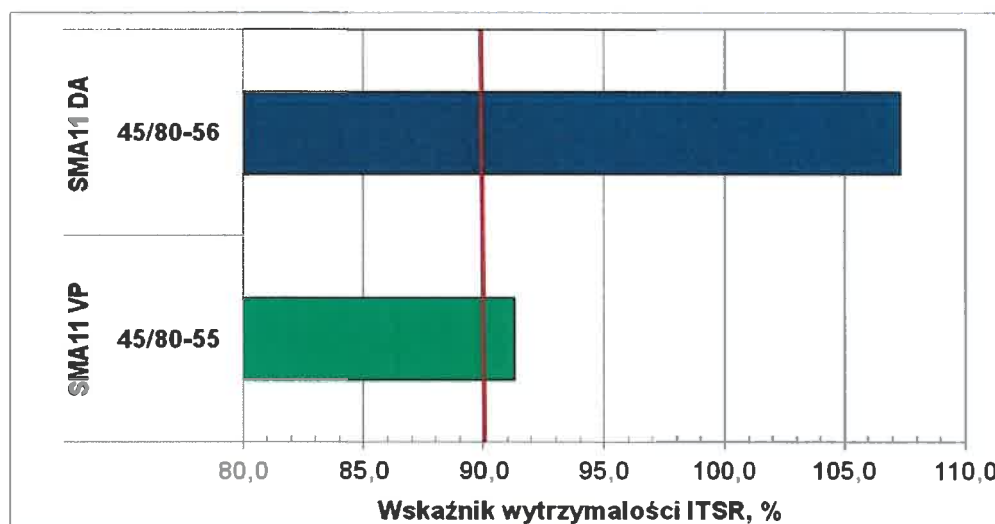
o Odporność na działanie wody

Mieszanki SMA11 S 45/80-55 z zastosowaniem stabilizatorów: Viatop Premium (VP) i stabilizatora w postaci granulatu z włókna akrylowego z dodatkiem bitumu DORA A (DA) przeznaczone do warstwy ścieralnej nawierzchni drogowej, wykonane wg recept nr TN/2865/12-VP, TN/3064/13-DA spełniły wymagania postawione w WT-2:2010 odnośnie odporności na działanie wody (≥ 90%). W badaniach mieszanki (DA) przy zastosowaniu stabilizatora w postaci granulatu z włókna akrylowego z dodatkiem

bitumu uzyskano średnią wartość wskaźnika ITSR wynoszącą 107,3 %, a w przypadku mieszanki (VP) porównawczej uzyskano wskaźnik 91,3 %, a więc w każdym przypadku uzyskano wskaźnik ITSR wyższy od wymaganej wartości 90%. W tabelicy 10 i na rysunku 7 przedstawiono wskaźnik wytrzymałości ITSR oraz naprężenia niszczące (próbki suche i pielęgnowane) dla badanych mieszanek SMA11 S (VP, DA).

Tablica 10 Wyniki odporności na działanie wody (SMA11 S)

Stan próbek	Wytrzymałość na rozciąganie pośrednie, kPa		ITSR, %
	ITS _S	ITS _N	
SMA11 S 45/80-55 (VP)			
Próbki suche	794,23	-	91,29
Próbki pielęgnowane	-	883,99	
SMA11 S 45/80-55 (DA)			
Próbki suche	729,72	-	107,3
Próbki pielęgnowane	-	783,08	

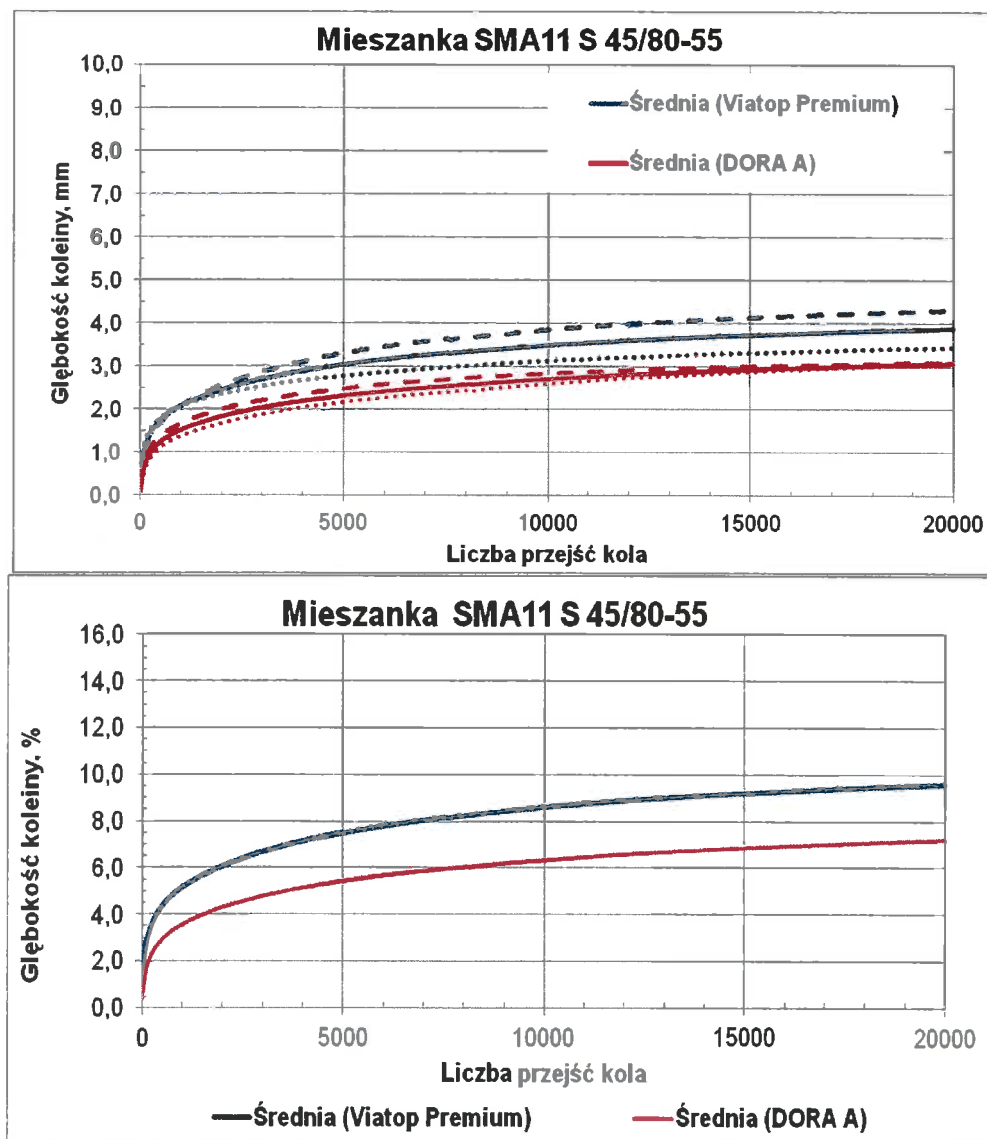


Rysunek 7 ITSR SMA11 S (VP, DA)

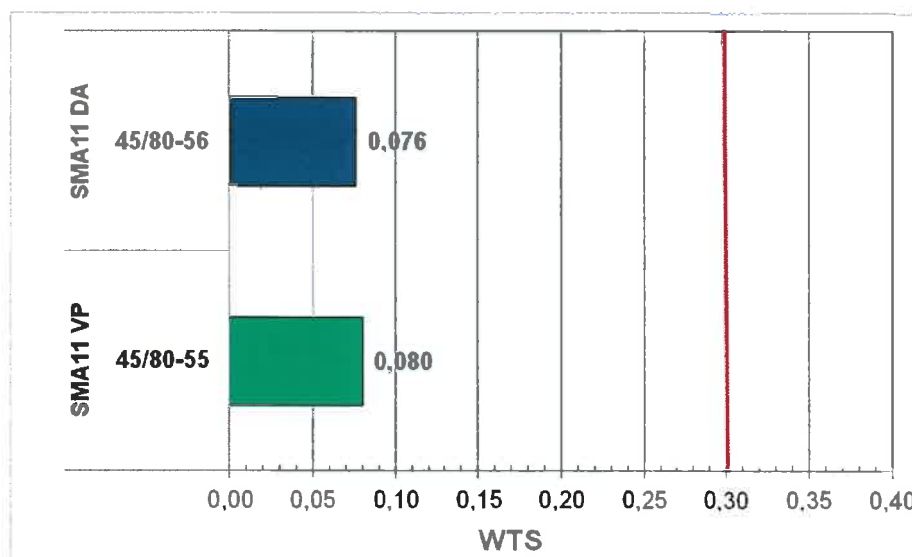
o Odporność na deformacje trwałe

Porównywane mieszanki SMA11 S 45/80-55 (VP, DA) przeznaczone do warstwy ścieralnej nawierzchni drogowej wykonane wg recept nr TN/2865/12-VP, TN/3064/13-DA spełniły wymagania postawione w WT-2:2010 odnośnie odporności na deformacje trwałe, tj. $WTS \leq 0,30$ po 10 000 cykli obciążenia w badaniu koleinowania w małym aparacie. W badaniach mieszanki SMA11 S (VP) uzyskano wynik na poziomie $WTS = 0,08$, mieszanki SMA11 S oraz $WTS = 0,08$ przy zastosowaniu stabilizatora DORA A (DA). Głębokość koleiny PRD wyniosła odpowiednio 9,5% mieszanka (VP), 7,2% mieszanka (DA), która jest wartością deklarowaną. Na rysunku 8-9 przedstawiono przebieg badania odporności na deformacje trwałe dla badanych mieszanek SMA11 S.

Zastosowanie stabilizatora w postaci granulatu DORA A (DA) pozwoliło uzyskać lepszą odporność na odkształcenia trwałe w odniesieniu do MMA porównawczej z VIATOP PREMIUM.



Rysunek 8 Koleinowanie SMA11 S 45/80-55 (VP, DA)



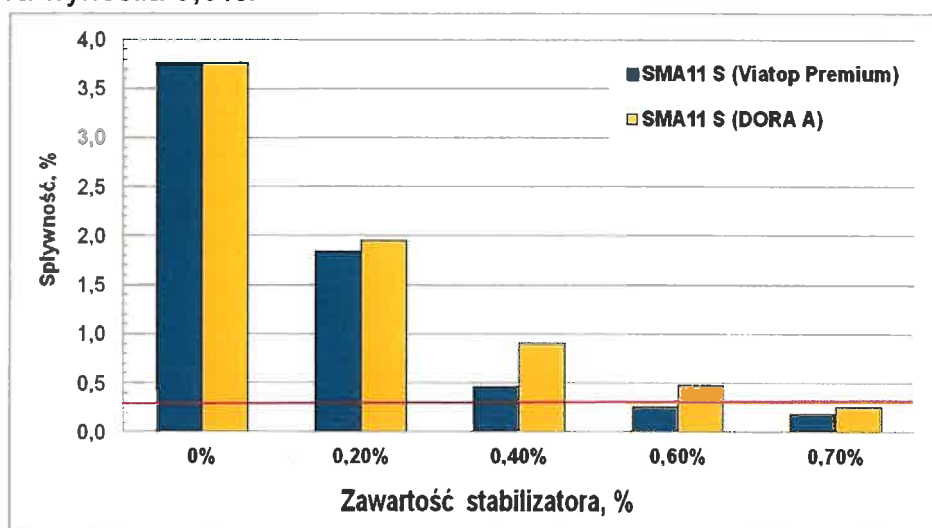
Rysunek 9 Wskaźnik WTS (VP, DA)

o Odporność na pęknięcie niskotemperaturowe

Mieszanka z dodatkiem granulatu Viatop Premium charakteryzowała się niższą temperaturą pęknięcia (-26°C) w porównaniu do mieszanki z granulatem DORA A (-23,9°C). Jednocześnie odnotowano porównywalne naprężenia przy pęknięciu, w obu mieszankach, które wyniosły 4,4 MPa.

o Splywność

Na rysunku 10 przedstawiono wyniki badań splywności wg Schellenberga mieszanki SMA11 S 45/80-55 z zastosowaniem zamiennie stabilizatora Viatop Premium i granulatu z włókna akrylowego z dodatkiem bitumu (DA) w zależności od zawartości stabilizatora. Splywność została oznaczona dla mieszanek VP, DA z zastosowaniem różnej zawartości stabilizatora (tj. 0%; 0,2%; 0,4%; 0,6%; 0,7%). Na podstawie tych badań wytypowano do wykonania mieszanki SMA11 z granulatem z włókna akrylowego z dodatkiem bitumu (DA) zawartość stabilizatora na poziomie 0,7%. W przypadku mieszanki SMA z zastosowaniem Viatop Premium optymalna zawartość stabilizatora wynosiła 0,6%.



Rysunek 10 Splywność SMA11 S 45/80-55 (VP, DA)

8. Podsumowanie

W ramach niniejszej pracy wykonano badania mieszanki typu SMA11 S z zastosowaniem stabilizatora asfaltu DORA A, a następnie uzyskane wyniki porównano z wynikami archiwalnymi, przy zastosowaniu VIATOPU PREMIUM. Mieszanka z granulatem z włókna akrylowego z dodatkiem bitumu DORA A (DA) SMA posiadała ten sam skład mineralny, zastosowano takie samo lepiszcze i o tej samej zawartości jak w mieszankach z dodatkiem Viatop Premium.

Mieszanki charakteryzowały się zbliżoną zawartością wolnych przestrzeni. Badania spływności potwierdziły korzystny wpływ dodatku granulatem z włókna akrylowego z dodatkiem bitumu DORA A (DA) na poprawę tej cechy. Wyniki świadczą o tym, że po zastosowaniu granulatu z włókna akrylowego z dodatkiem bitumu (DA), mieszanka w odniesieniu do mieszanki porównawczej z VIATOP PREMIUM uzyskała zbliżony wynik spływności przy 0,1% większej zawartości stabilizatora, jest to wynik wystarczający do spełnienia postawionych wymagań ($D_{0,3}$). W zakresie odporności na deformacje trwałe oraz odporności na działanie wody mieszanki spełniły przyjęte wymagania w tym zakresie. Jednak mieszanka z dodatkiem granulatu z włókna akrylowego z dodatkiem bitumu (DA), uzyskała zdecydowanie lepsze wyniki niż mieszanka porównawcza z VP w zakresie wodoodporności i odporności na deformacje trwałe.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że zastosowanie dodatku stabilizującego w postaci granulatu z włókna akrylowego z dodatkiem bitumu DORA A (DA) pozwala uzyskać spływność na wymaganym poziomie i zdecydowanie poprawia odporność na odkształcenia trwałe oraz odporność na działanie wody. Dodatek może być z powodzeniem stosowany na rynku polskim do poprawy stabilności i innych cech mieszanek mineralno-asfaltowych. Zgodnie z istniejącymi zasadami, bez względu na rodzaj zastosowanego w MMA stabilizatora, jego optymalną zawartość należy ustalić indywidualnie w zależności od rodzaju projektowanej mieszanki mineralno-asfaltowej. Podstawą doboru optymalnej zawartości jest spełnienie wymagania spływności tj. $\leq 0,3\%$. Zgodnie z przyjętymi zaleceniami stabilizator stosuje się w ilości $\geq 0,3\%$ (m/m) w stosunku do MMA. W przypadku badanego granulatu z włókna akrylowego z dodatkiem bitumu DORA A (DA) w celu uzyskania odpowiedniej spływności prawdopodobnie będzie potrzebne zastosowanie nieco większej ilości stabilizatora (o ok. 0,1%).

9. Bibliografia

- 1 *WT-2 Nawierzchnie asfaltowe na drogach publicznych. Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania techniczne – 2010*
- 2 *PN-EN 12697-8, Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 8: Oznaczenie zawartości wolnej przestrzeni.*
- 3 *PN-EN 12697-22+A1:2008 Mieszanki mineralno-asfaltowe -- Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco -- Część 22: Koleinowanie*
- 4 *PN-EN 12697-1, Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco – Część 1 Zawartość lepiszcza rozpuszczalnego (oryg.)*
- 5 *PN-EN 12697-46 Mieszanki mineralno-asfaltowe -- Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco -- Część 46: Pękanie niskotemperaturowe i właściwości w badaniach osiowego rozciągania*
- 6 *PN-EN 12697-6, Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 6: Oznaczanie gęstości objętościowej próbek mieszanki mineralno-asfaltowej*
- 7 *PN-EN 12697-5, Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 5: Oznaczanie gęstości*
- 8 *PN-EN 12697-8, Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 8: Oznaczenie zawartości wolnej przestrzeni.*
- 9 *PN-EN 12697-18, Mieszanki mineralno-asfaltowe -- Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco -- Część 18: Spływność*
- 10 *PN-EN 12697-12 Mieszanki mineralno-asfaltowe -- Metody badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco -- Część 12: Określanie wrażliwości próbek asfaltowych na wodę*
- 11 *PN-EN 12697-23, Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco – Część 23: Określenie pośredniej wytrzymałości na rozciąganie próbek asfaltowych*
- 12 *Monismith C.L., Secor G.A., Secor K.E.: Temperature Induced Stresses and Deformations in Asphalt Concrete. Proc. AAPT 34, 1965*
- 13 *Fabb T.T.J.: The Influence of Mix Composition, Binder Properties and Cooling Rate on Asphalt Cracking at Low Temperature. Proc. AAPT. 43, 1974*
- 14 *Arand W.: Verhalten von Asphalt bei tiefen Temperaturen. Die Asphaltstrasse 3, 1983.*
- 15 *Arand W.: Einfluss der Zusammensetzung von Walzasphalt auf das Verhalten bei Kälte. Strasse und Autobahn 8, 1987*
- 16 *Arand W., Sybilski D.: Wpływ zastosowania polskich asfaltów drogowych na właściwości betonu asfaltowego w niskiej temperaturze. Prace IBDM 3, 1992*
- 17 *PN-EN 12697-18, Mieszanki mineralno-asfaltowe -- Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco -- Część 18: Spływność*
- 18 *PN-EN 12697-30 Mieszanki mineralno-asfaltowe -- Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco -- Część 30: Przygotowanie próbek zagęszczonych przez ubijanie*

ZAŁĄCZNIK 1

Recepty SMA11 S 45/80-55

(Numer: TN/2865/12-VP, TN/3064/13-DA)

Mastyks grysowy SMA11 S (45/80-55)

o uziarnieniu 0/11 mm do wykonania warstwy ścieralnej

A. Informacje ogólne

Recepty: TN/2865/12-VP z Viatop Premiun, TN/3064/13-DA z DORA A

Przeznaczenie: do warstw ścieralnej (kategoria ruchu KR5-KR6)

Podstawa projektu: PN-EN-13108-5, WT-2 Nawierzchnie asfaltowe 2010

Tablica 1 Składniki mieszanki

Lp.	Symbol	Rodzaj
1	Mączka wapienna	wypełniacz
2	Bazalt 0/2 mm)	kr. drobne
3	Bazalt 2/5 mm	kr. grube
4	Bazalt 5/8 mm	kr. grube
5	Bazalt 8/11 mm	kr. grube
6	45/80-55	Polimeroasfalt Lotos Asfalt - Gdańsk
7	WETFIX BE	Środek adhezyjny Akzo Nobel
8	VIATOP PREMIUM	Włókna celulozowe
9	Dora A	Włókna akrylowe z dodatkiem bitumu

Tablica 2 Uziarnienie materiałów mineralnych

Wymiar oczek sita # [mm]	Mączka wapienna	Bazalt 0/2 mm	Bazalt 2/5 mm	Bazalt 5/8 mm	Bazalt 8/11 mm
16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	6,70
8	0,0	0,0	0,0	3,30	76,40
5,6	0,0	0,0	6,40	71,90	15,70
2	0,0	8,88	91,20	24,30	1,00
0,125	3,2	76,71	2,10	0,30	0,0
0,063	8,9	5,14	0,10	0,10	0,0
<0,063	87,9	9,27	0,20	0,10	0,20
Łącznie	100	100	100	100	100

Tablica 3 Skład mieszanki mineralnej (MM) i mineralno-asfaltowej (MMA)

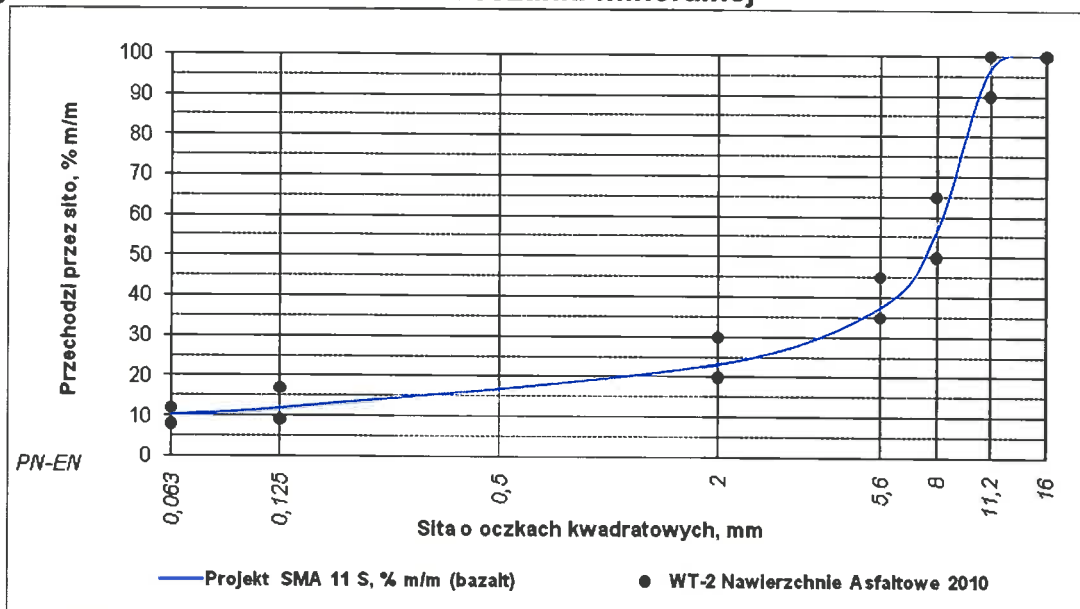
Lp.	Składniki	Mieszanka mineralna % m/m	Mieszanka mineralno-asfaltowa, % m/m	
			TN/2865/12-VP	TN/3064/13-DA
1	Mączka wapienna	10,0	9,3	9,3
2	Bazalt 0/2 mm	14,0	13,0	13,0
3	Bazalt 2/5 mm	10,0	9,3	9,3
4	Bazalt 5/8 mm	14,0	13,0	13,0
5	Bazalt 8/11 mm	52,0	48,3	48,2
6	Asfalt 45/80-55	-	6,48	6,48
7	WETFIX BE	-	0,02	0,02
8	Stabilizator VIATOP PREMIUM / Dora A	-	0,60	0,7
	Razem	100,0	100	100

W mieszance zastosowano środek adhezyjny: WETFIX BE (0,3 % m/m w stosunku do asfaltu) oraz stabilizator VIATOP PREMIUM (0,6 % m/m w stosunku do MM) i zamiennie Dora A (0,7 % m/m w stosunku do MM)

Tablica 4 Uziarnienie mieszanki mineralnej

Sito #, mm	Pozostaje na sicie, (%)	Przechodzi przez sito, (%)	Uziarnienie MM wg WT-2 Nawierzchnie Asfaltowe 2010 wobec SMA11 S (KR3-6)	
			od	do
16,0	-	100,00	100	100
11,2	3,48	96,52	90	100
8	40,19	56,33	50	65
5,6	18,87	37,46	35	45
2	14,29	23,17	20	30
0,125	11,31	11,86	9	17
0,063	1,63	10,23	8	12
< 0,063	10,23	-	-	-
	100			

Krzywa uziarnienia i uziarnienie mieszanki mineralnej



Rysunek 1 Krzywa uziarnienia mieszanki mineralnej SMA11 S

Tablica 5 Zbadane właściwości mieszanki SMA11 S 45/80-55, o składzie optymalnym zawartość asfaltu Am=6,5 % m/m

Lp.	Właściwości	Wyniki TN/2865/12- VP	Wyniki TN/3064/13- DA	Wymagania wg WT-2:2010 wobec SMA11S (KR5-6)
1	Gęstość mieszanki mineralno-asfaltowej, g/cm ³	2,654	2,623	-
2	Gęstość objętościowa mieszanki mineralno-asfaltowej, g/cm ³	2,562	2,531	-
3	Zawartość wolnych przestrzeni, % v/v	3,5	3,5	V _{min} 2,0 V _{max} 3,5
4	Wypełnienie asfaltem wolnej przestrzeni, % v/v	82,4	82,3	-
5	Odporność na deformacje trwałe (metoda B w powietrzu, 60°C, 10000 cykli)	0,080	0,076	WTS _{AIR} 0,3
		9,5	7,2	PRD _{AIR} DEKLAROWANE
6	Odporność na działanie wody, przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania, badanie w 25°C	91,3	10,3	ITSR ₉₀
7	Splywność lepiscza, %	0,260	0,248	D _{0,3}