

ASFALTY WYSOKOMODYFIKOWANE ORBITON HIMA



Poradnik stosowania 2018

Asfalty wysokomodyfikowane ORBITON HiMA
Poradnik stosowania 2018
ORLEN Asphalt Sp. z o.o., Polska

Autorzy:

dr inż. Krzysztof Błazejowski (Ph.D. Civ.Eng.)

mgr inż. Marta Wójcik-Wiśniewska (M.Sc. Chem.Eng.)

inż. Wiktoria Baranowska (B.Sc. Chem.Eng.)

W niniejszej broszurze wykorzystano fragmenty tekstów z wcześniejszych publikacji ORLEN Asphalt Sp. z o.o. których autorami byli:

dr inż. Krzysztof Błazejowski (Ph.D. Civ.Eng.)

dr inż. Jacek Olszacki (Ph.D. Civ.Eng.)

mgr inż. Hubert Peciakowski (M.Sc. Chem.Eng.)

mgr inż. Marta Wójcik-Wiśniewska (M.Sc. Chem.Eng.)

Copyright by ORLEN Asphalt Sp. z o.o.
Płock 2018

ORLEN Asphalt Sp. z o.o.
ul. Łukasiewicza 39
09-400 Płock, Polska
tel. +48 24 25 69 874
fax +48 24 365 55 96

Zarówno Autorzy, jak i ORLEN Asphalt Sp. z o.o. dołożyli wszelkiej staranności, aby podane informacje były wiarygodne i dokładne. Jednak ani Spółka, ani autorzy nie ponoszą jakiegokolwiek odpowiedzialności za skutki zastosowania informacji zawartych w niniejszej publikacji, a w szczególności za straty w jakiegokolwiek postaci i formie. Wykorzystując dane zawarte w publikacji Czytelnik czyni to na własną odpowiedzialność.



SPIS TREŚCI

1. WPROWADZENIE.....	4
2. ASFALTY WYSOKOMODYFIKOWANE POLIMERAMI.....	4
2.1. KLASYFIKACJA ASFALTÓW WYSOKOMODYFIKOWANYCH POLIMERAMI.....	5
3. ZASTOSOWANIE ASFALTÓW WYSOKOMODYFIKOWANYCH ORBITON HIMA.....	5
4. WŁAŚCIWOŚCI LEPISZCZY ASFALTOWYCH ORBITON HIMA.....	7
4.1. WŁAŚCIWOŚCI WG PN-EN 14023:2011.....	7
4.2. WŁAŚCIWOŚCI WG SUPERPAVE.....	8
4.2.1. Badania właściwości w wysokich temperaturach.....	8
4.2.1.1. Klasyczna metoda z DSR (G^* i δ).....	8
4.2.1.2. Metoda MSCR - Multiple Stress Creep Recovery test.....	9
4.2.2. Badania właściwości w temperaturze pośredniej.....	10
4.2.3. Badania właściwości niskotemperaturowych.....	11
5. WŁAŚCIWOŚCI MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH Z ORBITON HIMA.....	11
5.1. ODPORNOŚĆ NA KOLEINOWANIE W TEMPERATURZE 60°C ORAZ 70°C.....	12
5.2. ODPORNOŚĆ NA PĘKANIE – BADANIA METODĄ SCB.....	13
5.3. ODPORNOŚĆ NA ZMĘCZENIE – BADANIA METODĄ 4PB-PR.....	15
5.4. MODUŁ SZTYWNOŚCI MIESZANEK Z ORBITON HIMA.....	16
6. WSKAZÓWKI DO PROJEKTOWANIA MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH Z ORBITON HIMA.....	17
6.1. ILOŚĆ LEPISZCZA ORBITON HIMA W MIESZANCE MINERALNO-ASFALTOWEJ.....	18
6.2. STOSOWANIE WAPNA HYDRATYZOWANEGO Z ORBITON HIMA.....	18
7. ZALECENIA TECHNOLOGICZNE PODCZAS STOSOWANIA ASFALTÓW ORBITON HIMA.....	18
7.1. TEMPERATURY TECHNOLOGICZNE.....	18
7.2. MAGAZYNOWANIE ORBITON HIMA.....	19
7.3. PRÓBKI ASFALTÓW WYSOKOMODYFIKOWANYCH W LABORATORIUM.....	20
7.4. PRODUKCJA MIESZANKI MINERALNO-ASFALTOWEJ.....	21
7.5. TRANSPORT MIESZANKI MINERALNO-ASFALTOWEJ.....	21
7.6. WBUDOWYWANIE.....	21
7.7. BADANIA ODBIORCZE.....	22
8. ODCINKI Z ORBITON HIMA.....	22
9. ZAKOŃCZENIE.....	22
BIBLIOGRAFIA.....	23
AUTORZY.....	24
DZIAŁ BADAŃ I ROZWOJU.....	24

1 WPROWADZENIE

Prace badawcze prowadzone w Dziale Badań i Rozwoju ORLEN Asphalt nad opracowaniem i wdrożeniem do produkcji nowej grupy lepiszczy - asfaltów wysokomodyfikowanych polimerami zakończyły się w 2013 roku wykonaniem odcinka doświadczalnego z wykorzystaniem innowacyjnego asfaltu. Był to pierwszy tego typu odcinek nawierzchni w Polsce. W maju 2014 roku asfalty wysokomodyfikowane pod nazwą handlową ORBITON HiMA zostały oficjalnie wprowadzone do oferty produktowej ORLEN Asphalt. Od 2015 r. zastosowanie ORBITON HiMA podlega normalnym procedurom technicznym stosowania w polskim drogownictwie. Sam skrótowiec „HiMA” (amer. *Highly Modified Asphalt*) w ciągu dość krótkiego czasu przyjął się w Polsce i stał się synonimem nie tylko asfaltów wysokomodyfikowanych produkowanych przez ORLEN Asphalt, ale także wszystkich tego typu produktów oferowanych przez różnych producentów PMB.

Niniejszy „Poradnik Stosowania ORBITON HiMA 2018” jest kontynuacją wcześniejszych wydań z 2014 i 2015 roku. Zawarto w nim aktualne informacje o zastosowaniach ORBITON HiMA zdobyte podczas kolejnych badań lepiszczy HiMA oraz mieszanek mineralno-asfaltowych z HiMA. Dodatkowe informacje przewidywane są w *Poradniku Asfaltowym 2018*, który będzie dostępny w maju 2018 r.

2 ASFALTY WYSOKOMODYFIKOWANE POLIMERAMI

Większa zawartość polimeru w lepiszczu asfaltowym znacząco przyczynia się do poprawy trwałości nawierzchni asfaltowych. Szczególnie istotne jest przekroczenie granicy 7-7,5% m/m zawartości polimeru SBS, po której - poprzez pęcznienie polimeru w asfalcie - faza polimerowa staje się fazą ciągłą w lepiszczu. Prowadzi to w rezultacie do odwrócenia faz objętościowych w mieszaninie asfaltu z polimerem (rys. 1.1.), w wyniku czego w lepiszczu powstaje ciągła sieć polimerowa, która znacząco zmienia cechy funkcjonalne asfaltu oraz warstwy z mieszanki mineralno-asfaltowej.



Rys. 1.1. Proporcje objętościowe między asfaltem a polimerem w typowym polimeroasfalcie i w asfalcie wysokomodyfikowanym

Prace badawcze i wdrożeniowe nowych lepiszczy asfaltowych wykazały, że są one produktami o ponadstandardowych właściwościach funkcjonalnych. Charakteryzują się między innymi bardzo dobrą odpornością na koleinowanie, działanie wody i mrozu oraz świetną wytrzymałością zmęczeniową i odpornością na pękanie.

W sensie strukturalnym warstwy z HiMA zachowują bardzo dużą tolerancję na zwiększenie odkształceń rozciągających (tzw. zmęczeniowych), co potencjalnie umożliwia zmniejszenie grubości pakietu warstw asfaltowych w nawierzchni. Prowadzone od 2009 r. badania w pełnej skali na torze doświadczalnym w USA (NCAT Pavement Test Track) wykazały, że nawierzchnia o zmniejszonej grubości zaprojektowana z zastosowaniem asfaltu wysokomodyfikowanego jest niezwykle odporna na koleinowanie oraz pękanie zmęczeniowe.

2.1. Klasyfikacja asfaltów wysokomodyfikowanych polimerami

Wszystkie asfalty wysokomodyfikowane ORBITON HiMA klasyfikowane są zgodnie z Normą Europejską PN-EN 14023:2011 „Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Zasady klasyfikacji asfaltów modyfikowanych polimerami”. Systematyka oznaczenia asfaltów wysokomodyfikowanych polimerami produkowanych zgodnie z Normą Europejską EN 14023 została przedstawiona poniżej:

Oznaczenie normowe PMB HiMA: **PMB X/Y-Z**

- Objasnienia do oznaczeń:
 - X – dolna granica penetracji w 25°C [0,1 mm] wg EN 1426,
 - Y – górna granica penetracji w 25°C [0,1 mm] wg EN 1426,
 - Z – dolna granica temperatury mięknięcia (PiK) [°C] wg EN 1427.PMB – skrót pochodzi od „polymer modified bitumen”
- Rodzaj lepiszcza asfaltowego produkowanego przez ORLEN Asfalt:
 - ORBITON 25/55-80 HiMA**
 - ORBITON 45/80-80 HiMA**
 - ORBITON 65/105-80 HiMA**

3 ZASTOSOWANIE ASFALTÓW WYSOKOMODYFIKOWANYCH ORBITON HiMA

Dzięki swoim ponadstandardowym właściwościom, asfalty wysokomodyfikowane ORBITON HiMA są szczególnie dedykowane do zastosowań wymagających bardzo dużej trwałości, takich jak:

- nawierzchnie asfaltowe poddawane bardzo dużym naprężeniom i odkształceniom,
- podbudowy asfaltowe o bardzo dużej trwałości zmęczeniowej,
- warstwy o dużej odporności na niskie temperatury.

Asfalty wysokomodyfikowane są szczególnie przydatne do zastosowań w nawierzchniach długowiecznych typu *perpetual pavements*, w których ostatnia dolna warstwa asfaltowa charakteryzuje się bardzo dużą elastycznością i wytrzymałością zmęczeniową. Wykorzystanie ORBITON HiMA w tej specjalnej warstwie przeciwmęczeniowej pozwala osiągnąć niezwykle długi cykl życia nawierzchni.

Pomimo stosunkowo krótkiej obecności na rynku asfaltów, paleta zastosowań ORBITON HiMA jest niezwykle szeroka w odniesieniu zarówno do rodzaju mieszanki mineralno-asfaltowej, jak i kategorii ruchu.

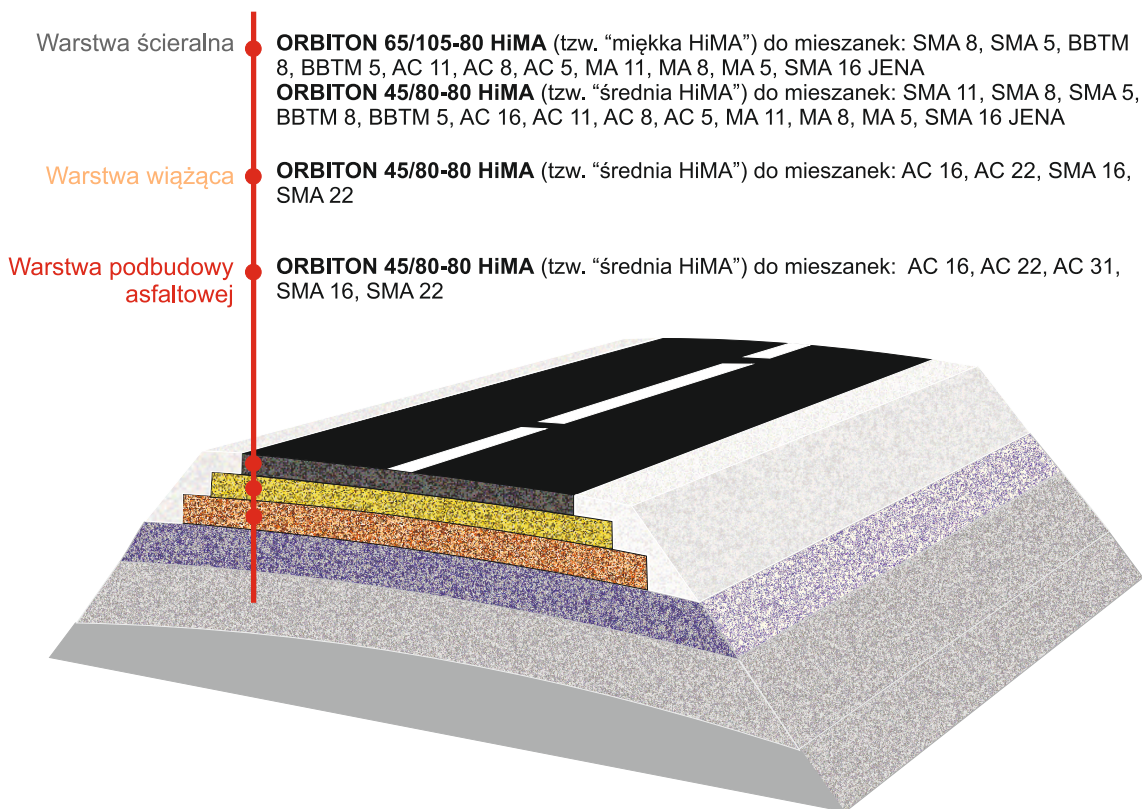
Poniżej przedstawiono typowe zastosowania poszczególnych rodzajów asfaltów wysokomodyfikowanych.

- **ORBITON 65/105-80 HiMA** przeznaczony jest głównie do warstw ścieralnych z BBTM, AUTL, DSH, PA, SMA, technologii specjalnych np. warstw SAMI (skropienia „na gorąco”). **Ze względu na najlepsze właściwości zmęczeniowe może być składnikiem warstw przeciwmęczeniowych AF w koncepcji *perpetual pavements*.** Innym zastosowaniem tego lepiszcza jest wytwarzanie emulsji asfaltowych przeznaczonych do *slurry seal* lub powierzchniowych utrwaleń. W miejscach wymagających dużej szczelności i jednocześnie elastyczności ORBITON 65/105-80 HiMA może być stosowany do asfaltów lanych (*Mastic Asphalt*).

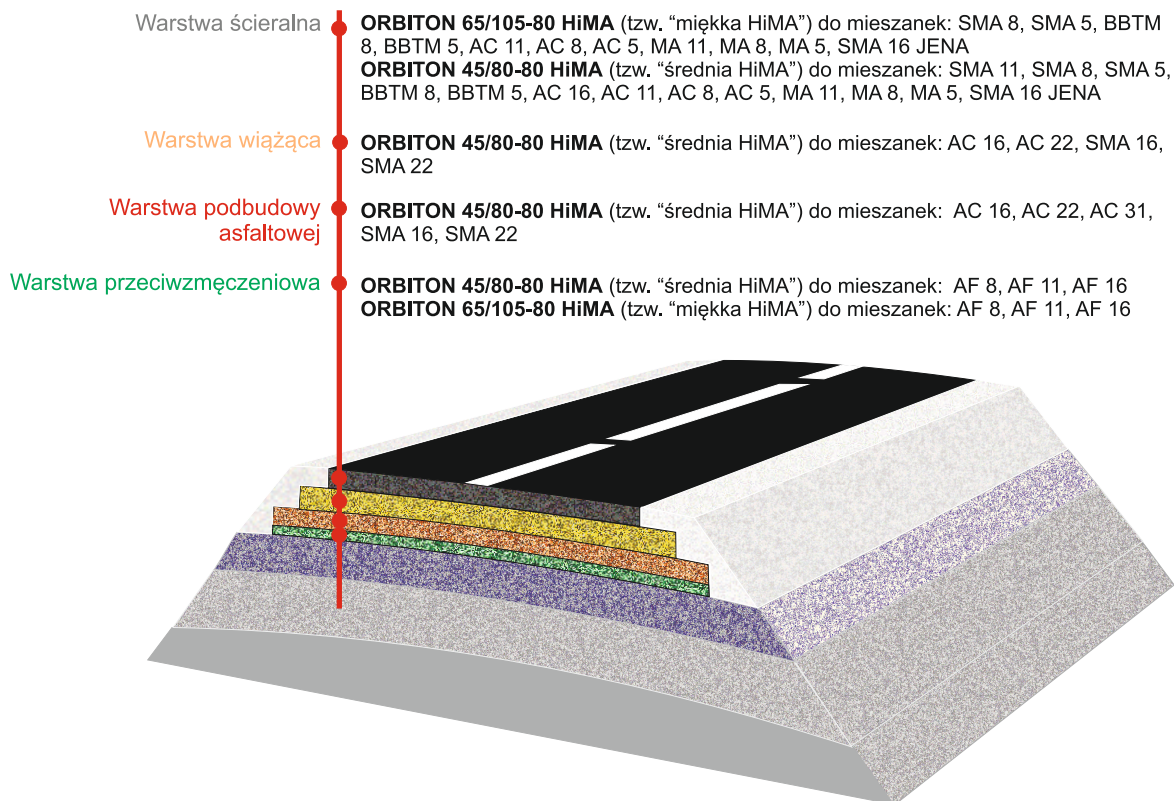
- **ORBITON 45/80-80 HiMA** przeznaczony jest do wszystkich warstw asfaltowych nawierzchni podatnych: podbudowy asfaltowej, w tym do nawierzchni długowiecznych (typu *perpetual pavements*), warstw wiążących, a także warstw ścieralnych nawierzchni poddawanych bardzo dużym obciążeniom. **Jest to lepsze uniwersalne**, łączące elastyczność z bardzo dobrą odpornością na koleinowanie.
- **ORBITON 25/55-80 HiMA** przeznaczony jest do warstw specjalnych wymagających nadzwyczajnej odporności na odkształcenia (stanowiska postojowe ciężkich pojazdów, terminale kontenerowe itp.) oraz w miejscach występowania bardzo ciężkiego ruchu powolnego. Ze względu na dużą twardość tego lepszemu **należy stosować go wyłącznie w uzasadnionych przypadkach**, pamiętając o odpowiednich warunkach na budowie. Należy wyraźnie podkreślić, że **ORBITON 25/55-80 HiMA nie jest bezpośrednim zamiennikiem PMB 25/55-60 i nie jest przeznaczony do AC WMS** (szczegółowo ten temat omówiono w p.5.4). W typowych konstrukcjach nawierzchni zaleca się zmianę ORBITON 25/55-80 HiMA na ORBITON 45/80-80 HiMA.

Prawidłowo zaprojektowane mieszanki mineralno-asfaltowe z użyciem asfaltów wysokomodyfikowanych gwarantują osiągnięcie znacznie lepszych właściwości w porównaniu z ich odpowiednikami o podobnej twardości (asfalty modyfikowane i drogowe). Bardziej szczegółowo o projektowaniu mieszanek z ORBITON HiMA, napisano w rozdziale 6.

Wybierając przeznaczenie asfaltów wysokomodyfikowanych ORBITON HiMA w konstrukcji nawierzchni podatnej można sugerować się wskazówkami zamieszczonymi na rys. 3.1. oraz 3.2. Przykładowe dane o modułach sztywności warstw z ORBITON HiMA można znaleźć z kolei w rozdziale 5, pkt. 5.4.



Rys. 3.1. Proponowane zastosowanie asfaltów wysokomodyfikowanych ORBITON HiMA w klasycznej konstrukcji nawierzchni podatnej



Rys. 3.2. Proponowane zastosowanie asfaltów wysokomodyfikowanych ORBITON HiMA w nowoczesnej konstrukcji nawierzchni podatnej typu *perpetual* (długowiecznej)

Umieszczone w rys. 3.2. oznaczenia mieszanek „AF” do warstwy przeciwmęczeniowej oznaczają mieszanki mineralno-asfaltowe o specjalnych właściwościach, innych niż typowe dla warstwy podbudowy asfaltowej. Mogą to być klasyczne mieszanki o zmienionych właściwościach (np. o zmniejszonej zawartości wolnych przestrzeni) lub specjalne mieszanki wg oddzielnych specyfikacji Zamawiającego/Projektanta.

4 WŁAŚCIWOŚCI LEPISZCZY ASFALTOWYCH ORBITON HIMA

Poniżej przedstawiono komplet właściwości asfaltów wysokomodyfikowanych polimerami oznaczonych wg PN-EN 14023 oraz informacje uzyskane na podstawie badań wykonanych w oparciu o amerykańską metodę *Superpave* oraz *Superpave plus*.

4.1. Właściwości wg PN-EN 14023:2011

Wymagania wobec asfaltów wysokomodyfikowanych ORBITON HiMA oraz wyniki kontroli laboratoryjnej prowadzonej w latach 2015-2017, przedstawiono w tabeli 4.1.

Tabela 4.1. Wymagania oraz średnie właściwości asfaltów wysokomodyfikowanych ORBITON HiMA produkowanych w latach 2015-2017

Właściwość		Metoda badania	Jednostka	ORBITON 25/55-80 HiMA		ORBITON 45/80-80 HiMA		ORBITON 65/105-80 HiMA	
				Wymaganie EN 14023	Wartość średnia 2015-2017**	Wymaganie EN 14023	Wartość średnia 2015-2017**	Wymaganie EN 14023	Wartość średnia 2015-2017**
Penetracja w 25°C		EN 1426	0,1 mm	od 25 do 55	46	od 45 do 80	67	od 65 do 105	85
Temperatura mięknięcia		EN 1427	°C	≥80	94,6	≥80	92,6	≥80	90,8
Kohezja	Siła rozciągania metoda z duktylometrem (rozciąganie 50 mm/min)	EN 13589 EN 13703	J/cm ²	TBR (w 15°C)	4,5	TBR (w 10°C)	4,0	TBR (w 10°C)	4,9
Odporność na starzenie	Zmiana masy	EN 12607-1	%	≤0,5	0,03	≤0,5	0,00	≤0,5	0,06
	Pozostała penetracja		%	≥60	78	≥60	76	≥60	81
	Wzrost temperatury mięknięcia		°C	≤8	1,7	≤8	2,1	≤8	1,8
Temperatura zapłonu		EN ISO 2592	°C	≥235	≥ 245	≥235	≥ 245	≥235	≥ 245
Temperatura tlamliwości		EN 12593	°C	≤-15	-20	≤-18	-21	≤-18	-20
Nawrót sprężysty	w 25°C	EN 13398	%	≥80	91	≥80	94	≥80	95
	w 10°C	EN 13398	%	TBR	77	TBR	77	TBR	88
Spadek temperatury mięknięcia po badaniu wg EN 12607-1		EN 1427	°C	TBR	0,1	TBR	1,7	TBR	0,5
Nawrót sprężysty w 25°C po badaniu wg EN 12607-1		EN 13398	%	≥60	87	≥60	92	≥60	94
Nawrót sprężysty w 10°C po badaniu wg EN 12607-1		EN 13398	%	TBR	74	TBR	79	TBR	88
Stabilność magazynowania (3 dni) Różnica temperatury mięknięcia		EN 13399 EN 1427	°C	≤5	0,4	≤5	1,8	≤5	1,8

* - zmiana masy może być wartością dodatnią lub ujemną
 ** - wyniki badań odnoszą się do okresu: 01.2015-10.2017
 NR - No Requirement (brak wymagań)
 TBR - To Be Reported (podanie wyniku, bez wymagania)

4.2. Właściwości wg Superpave

4.2.1. Badania właściwości w wysokich temperaturach

4.2.1.1. Klasyczna metoda z DSR (G^* i δ)

Zgodnie z klasyczną metodą *Superpave*, odporność lepiszcza na działanie wysokiej temperatury określa się w reometrze dynamicznego ścinania DSR poprzez pomiar dwóch parametrów: zespolonego modułu sztywności G^* i kąta przesunięcia fazowego δ asfaltu.

W tabeli 4.2. przedstawiono wyniki badań właściwości asfaltów ORBITON HiMA oznaczone w reometrze dynamicznego ścinania DSR.

Tabela 4.2. Wyniki badań właściwości wysokotemperaturowych asfaltów ORBITON HiMA oznaczone w DSR.

Rodzaj asfaltu	Temperatura krytyczna, [°C] $G^*/\sin\delta=1$ kPa asfalt przed starzeniem RTFOT	Temperatura krytyczna, [°C] $G^*/\sin\delta=2.2$ kPa asfalt po starzeniu RTFOT
	AASHTO T 315	AASHTO T 315
Interpretacja	więcej = lepiej	
ORBITON 25/55-80 HiMA	100,5	90,9
ORBITON 45/80-80 HiMA	98,9	88,9
ORBITON 65/105-80 HiMA	93,5	79,0

4.2.1.2. Metoda MSCR - Multiple Stress Creep Recovery test

Test MSCR jest nowym badaniem określającym właściwości wysokotemperaturowe lepiszczy asfaltowych. Istotą wykonania tego badania jest pomiar właściwości asfaltu w najwyższej oczekiwanej temperaturze pracy nawierzchni (USA) lub dowolnie wybranej temperaturze porównawczej (Europa). Badanie MSCR przeprowadza się przy użyciu reometru dynamicznego ścinania, przy dwóch wartościach przykładanego naprężenia: 0.1 kPa oraz 3.2 kPa.

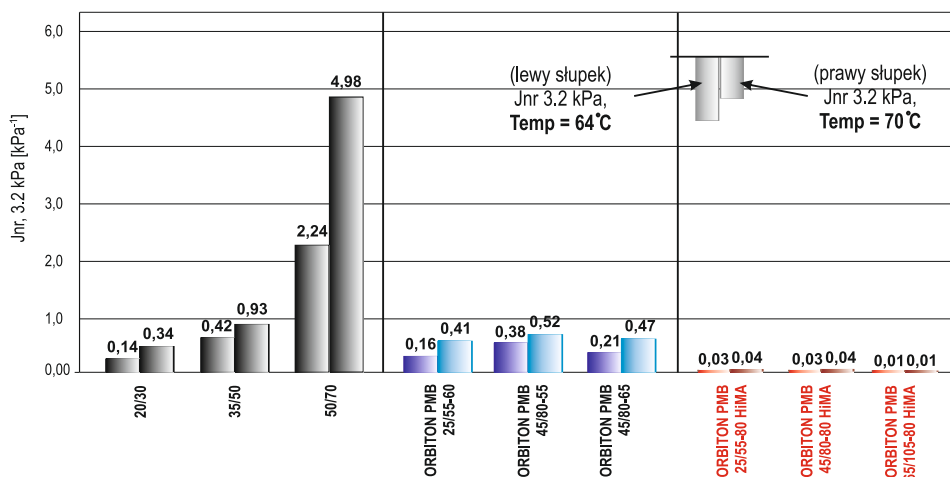
W rezultacie przeprowadzonego badania otrzymuje się dwie pary wyników:

- J_{nr} (creep compliance) w $[kPa^{-1}]$ - nieodwracalna podatność na pełzanie – określona dla dwóch poziomów naprężenia 0.1 kPa i 3.2 kPa, która jest bezpośrednim wskaźnikiem odporności lepiszcza asfaltowego na koleinowanie,
- procentowy nawrót R w [%], określony dla dwóch poziomów naprężenia 0.1 kPa i 3.2 kPa, wskazuje na sprężystość lepiszcza w danej temperaturze.

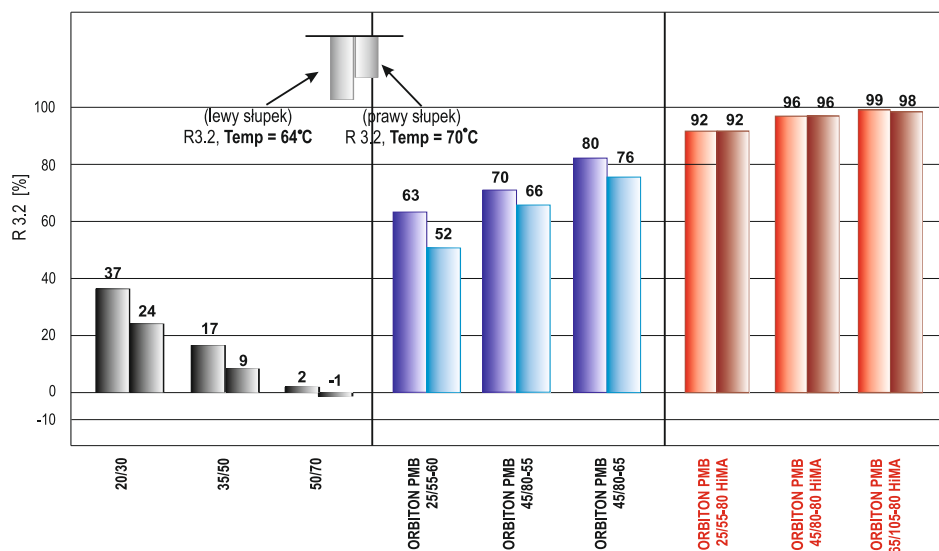
Z uzyskanych parametrów kluczowy do klasyfikacji asfaltów jest wynik $J_{nr,3.2}$ kPa, który określa odporność danego lepiszcza na deformacje trwałe – im mniejsza wartość $J_{nr,3.2}$ kPa, tym potencjalnie większa odporność na koleinowanie mieszanki mineralno-asfaltowej z danym lepiszczem.

Badania MSCR wykonano w temperaturze 64°C oraz 70°C. Wybrane wartości temperatury badania są dość wysokie, wskazują jednakże na bardzo dobre właściwości funkcjonalne asfaltów ORBITON HiMA w warunkach ekstremalnego rozgrzania nawierzchni w lecie. Należy zaznaczyć, że w przypadku wykonania badań MSCR w niższej temperaturze, np. 58°C lub 52°C wyniki parametru $J_{nr,3.2}$ kPa dla ORBITON HiMA oscylowałyby najprawdopodobniej na poziomie zbliżonym do 0.00 (zera), a więc znajdowałyby się poza zakresem precyzji metody.

Na rysunkach 4.1. oraz 4.2. przedstawiono porównanie parametru $J_{nr,3.2}$ oraz $R_{3.2}$ dla różnych lepiszczy produkowanych przez ORLEN Asfalt zbadanych metodą MSCR w temperaturze 64°C oraz 70°C. Wszystkie asfalty poddano wcześniej starzeniu metodą RTFOT.



Rys. 4.1. Prezentacja wyników parametru J_{nr} przy obciążeniu 3,2 kPa w temperaturze 64°C oraz 70°C.
Interpretacja wykresu: mniej = lepiej



Rys. 4.2. Prezentacja wyników nawrotu sprężystego R [%] w teście MSCR, przy obciążeniu 3,2 kPa w temperaturze 64°C oraz 70°C.
Interpretacja wykresu: więcej = lepiej

4.2.2. Badania właściwości w temperaturze pośredniej

Do badań właściwości w temperaturach pośrednich tzw. właściwości zmęczeniowych wykorzystuje się również reometr dynamicznego ścinania DSR. Odporność lepiszcza na powstawanie spękań zmęczeniowych wykonywane jest w pośredniej temperaturze, uzależnionej od rodzaju PG. Wymagania ograniczają sztywność lepiszcza określoną jako iloczyn parametrów: $G^* \cdot \sin \delta$ do maksimum 5000 kPa (w nowszej wersji systemu PG wymaganie to zostało podniesione do 6000 kPa).

W tabelicy 4.3. przedstawiono wyniki badań umownej temperatury krytycznej ze względu na spękania zmęczeniowe asfaltów wysokomodyfikowanych.

Tabela 4.3. Wyniki badań umownej temperatury krytycznej ze względu na spełnienia zmęczeniowe asfaltów ORBITON HiMA.

Rodzaj asfaltu	Temperatura krytyczna, [°C] $G^* \cdot \sin \delta = 5000 \text{ kPa}$ asfalt po RTFOT+PAV	Temperatura krytyczna, [°C] $G^* \cdot \sin \delta = 6000 \text{ kPa}$ asfalt po RTFOT+PAV
	AASHTO T 315	AASHTO T 315
Interpretacja	mniej = lepiej	mniej = lepiej
ORBITON 25/55-80 HiMA	13,2	11,1
ORBITON 45/80-80 HiMA	11,7	10,1
ORBITON 65/105-80 HiMA	11,1	9,6

4.2.3. Badania właściwości niskotemperaturowych

W systemie *Performance Grade* do badań zachowania asfaltu w niskiej temperaturze stosuje się reometr zginanej belki BBR (*Bending Beam Rheometer*). W BBR ocenia się stopień usztywnienia asfaltu w niskiej temperaturze.

Przyjęto, że wartość sztywności pełzania $S(t)$ nie może być większa niż 300 MPa, co powinno zapewnić odpowiednią odporność na spękania (brak przesztywnienia lepiszcza). Wartość drugiego parametru otrzymywanego podczas badania, określonego jako *m-value*, powinna być z kolei większa niż 0,300, co związane jest z odpowiednią relaksacją naprężeń powstających w lepiszczu podczas spadku temperatury.

W tabeli 4.4. przedstawiono wyniki badań właściwości niskotemperaturowych asfaltów ORBITON HiMA starzonych w RTFOT i PAV.

Tabela 4.4. Wyniki badań właściwości niskotemperaturowych ORBITON HiMA: $S(60) = 300 \text{ MPa}$, $m(60) = 0,3$ i sztywność S w temperaturze -16°C .

Rodzaj asfaltu	Temperatura krytyczna przy $S(60) = 300 \text{ MPa}$ $T(S)_{60} [^\circ\text{C}]$	Temperatura krytyczna przy $m(60) = 0.300$ $T(m)_{60} [^\circ\text{C}]$	Sztywność asfaltu w temperaturze -16°C $S(T)_{-16} [\text{MPa}]$
	EN 14771, AASHTO PP 42		
ORBITON 25/55-80 HiMA	-21,1	-18,4	170,0
ORBITON 45/80-80 HiMA	-21,7	-20,7	145,0
ORBITON 65/105-80 HiMA	-21,6	-21,8	149,0

WŁAŚCIWOŚCI MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH Z ORBITON HIMA

Poniżej przedstawiono wyniki badań mieszanek mineralno-asfaltowych, zaprojektowanych z zastosowaniem asfaltów wysokomodyfikowanych ORBITON HiMA.

5.1. Odporność na koleinowanie w temperaturze 60°C oraz 70°C

Odporność na koleinowanie mieszanek mineralno-asfaltowych sprawdzano przy użyciu małego aparatu do koleinowania wg procedury B w powietrzu, zgodnie z PN-EN 12697-22: „Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 22: Koleinowanie”.

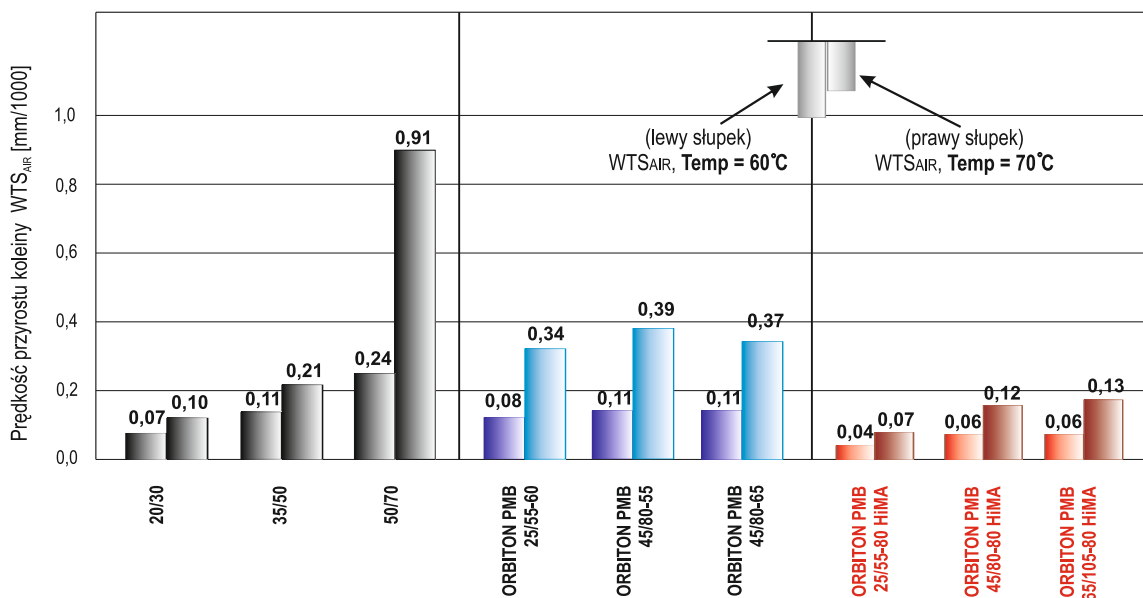
Do badań wykorzystano mieszankę betonu asfaltowego AC 16 S do warstwy ścieralnej, o następujących parametrach: zawartość asfaltu 5,6%; zawartość wolnych przestrzeni w mieszance asfaltowej $V_m = 2,2\%$ v/v; zawartość wolnych przestrzeni wypełnionych lepisszczem VFB = 85,8 %; gęstość objętościowa $\rho_{bssd} = 2,421$ [Mg/m³].

Badania wykonano w temperaturze 60°C i 70°C. Pokazują one zachowanie lepisszczy w przypadku ekstremalnego rozgrzania warstw nawierzchni.

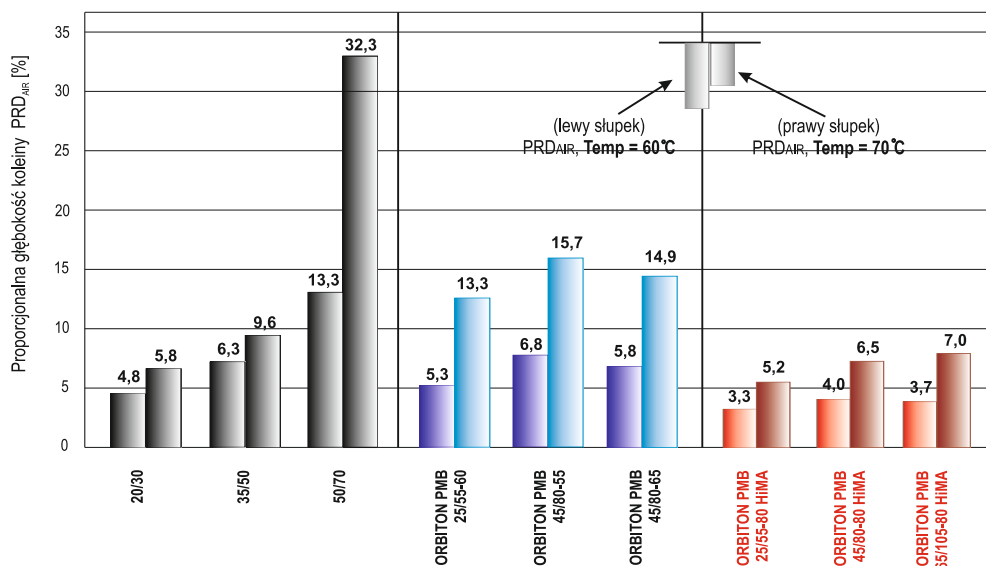
Wyniki badań dwóch podstawowych parametrów – WTS_{AIR} oraz PRD_{AIR} , dla 9 lepisszczy asfaltowych, w tym asfaltów wysokomodyfikowanych ORBITON HiMA, przedstawiono na rys. 5.1. oraz 5.2.

Asfalty wysokomodyfikowane ORBITON HiMA, charakteryzują się najlepszą odpornością na deformacje trwałe, spośród wszystkich przebadanych lepisszczy asfaltowych.

Ponieważ badania właściwości wysokotemperaturowych wykonywano także dla czystych lepisszczy asfaltowych (pkt. 4.2.1.2.), pomiędzy otrzymanymi wynikami badań, można wyznaczyć współczynniki determinacji R^2 przedstawione w tabeli 5.1.



Rys. 5.1. Wyniki badań odporności nawierzchni na koleinowanie, parametr WTS_{AIR} .
 Interpretacja wykresu: mniej = lepiej



Rys. 5.2. Wyniki badań odporności nawierzchni na koleinowanie parametr PRD_{AIR}.
Interpretacja wykresu: mniej = lepiej

Tabela 5.1. Współczynniki determinacji R² pomiędzy wynikami badań lepizczy i mieszanek mineralno-asfaltowych

Zbadana właściwość asfaltu	Zbadana właściwość mieszanek mineralno-asfaltowych			
	PRD _{AIR} T = 60°C	WTS _{AIR} T = 60°C	PRD _{AIR} T = 70°C	WTS _{AIR} T = 70°C
J _{nr} , 3,2 kPa, Temp = 64°C	R ² = 0,95	R ² = 0,92	---	---
J _{nr} , 3,2 kPa, Temp = 70°C	---	---	R ² = 0,84	R ² = 0,84

Uzyskane współczynniki determinacji R², na poziomie 80-90% pozwalają stwierdzić, że na podstawie wyników testu MSCR można z dobrym, bądź bardzo dobrym prawdopodobieństwem przewidywać udział konkretnego lepizcza w zachowaniu odporności na koleinowanie nawierzchni poddanej działaniu wysokiej temperatury.

5.2. Odporność na pękanie – badania metodą SCB

Badania odporności na pękanie mieszanek mineralno-asfaltowych wykonano metodą SCB (Semi-Circular Bending), zgodnie z normą PN-EN 12697-44 „Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 44: Propagacja pęknięcia w badaniu zginania próbki półwalcowej”.

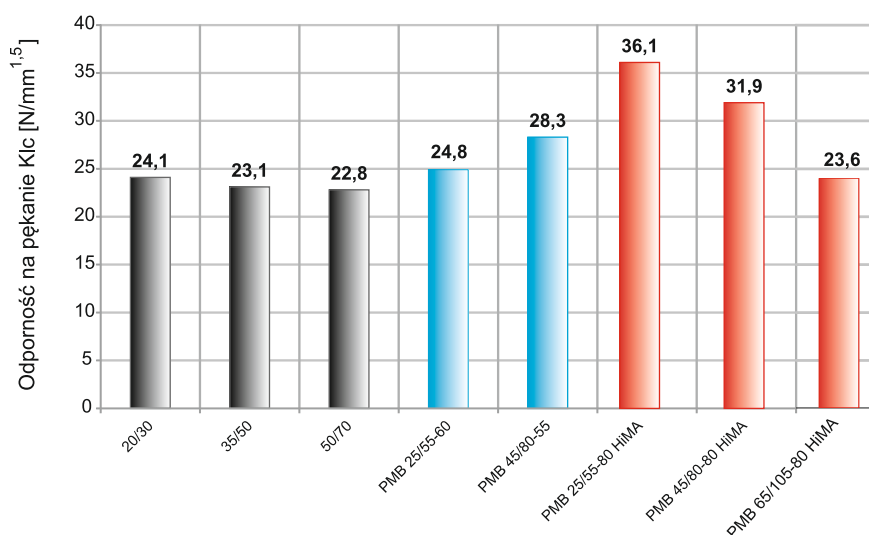
Do badań wykorzystano mieszankę betonu asfaltowego AC 16 W do warstwy wiążącej, o następujących parametrach: zawartość asfaltu 4,6%; zawartość wolnych przestrzeni w mieszanke asfaltowej V_m = 6,2% v/v; gęstość objętościowa ρ_{bssd} = 2,525 [Mg/m³].

Wyniki odporności na pękanie mieszanek mineralno-asfaltowych z wykorzystaniem PMB ORBITON HIMA, przedstawiono w tabeli 5.2. Badania wykonano w temperaturze 0°C.

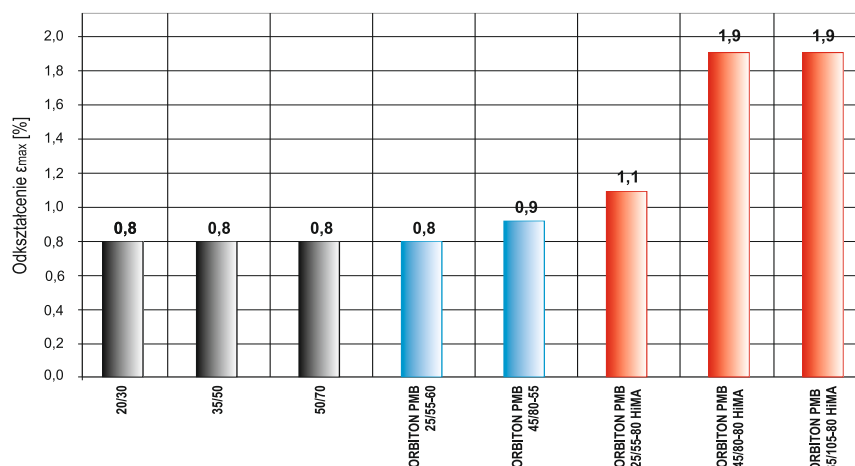
Tabela 5.2. Wyniki badania odporności na pękanie metodą SCB

Rodzaj asfaltu w mieszance	Wytrzymałość na pękanie K_{Ic} [N/mm ^{1,5}]	Odształcenie ϵ_{max} przy maksymalnej sile F , [%]	Napężenie przy pękaniu σ_{max} [MPa]
ORBITON 25/55-80 HiMA	36,8	1,0	6,7
ORBITON 45/80-80 HiMA	31,9	1,9	5,8
ORBITON 65/105-80 HiMA	23,6	1,9	4,5

Na rysunkach 5.3 oraz 5.4 przedstawiono dodatkowo porównanie wyników badania SCB, dla całego spectrum lepszycy produkowanych przez ORLEN Asphalt.



Rys. 5.3. Wyniki badań odporności nawierzchni na pękanie, wskaźnik K_{Ic} .
Interpretacja wykresu wg PN-EN 12697-44: więcej = lepiej



Rys. 5.4. Wyniki badań odporności nawierzchni na pękanie, odkształcenie ϵ_{max} [%] przy maksymalnej sile F_{max} .
Interpretacja wykresu: więcej = lepiej

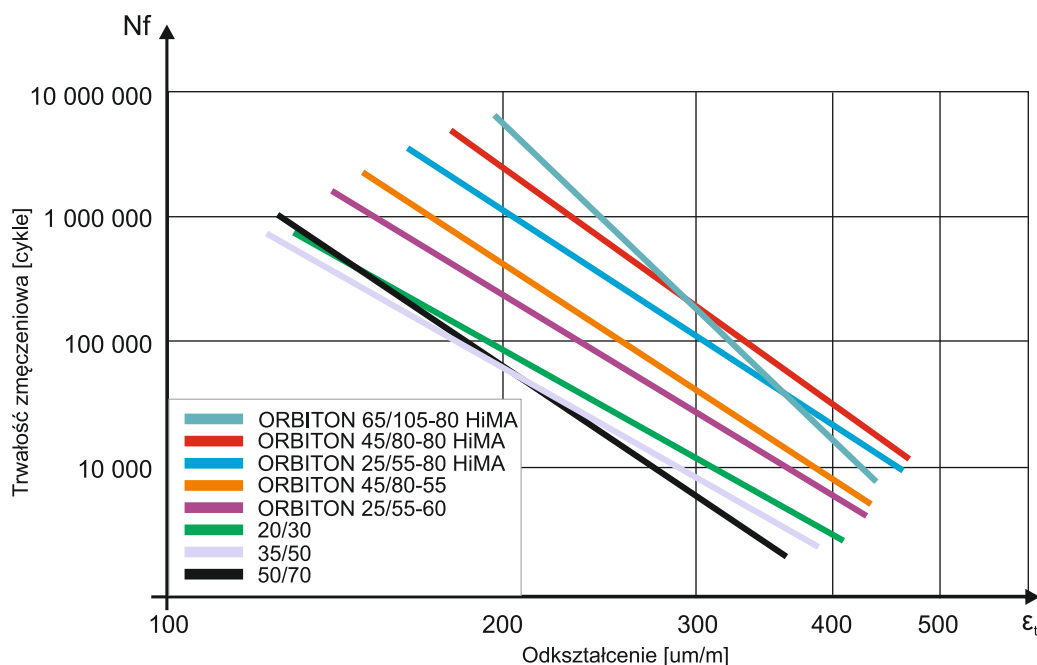
Wskaźnik odporności na pękanie K_{IC} charakteryzuje fazę badania SCB, w której dochodzi do ekstremalnych wartości siły i naprężenia. Przy analizie wyników, należy pamiętać, że wskaźnik K_{IC} wg równania z normy PN-EN 12697-44 nie bierze pod uwagę odkształcalności próbki przy pękaniu, a uwzględnia tylko wartość naprężenia niszczącego. Stąd wniosek, że odporność na pękanie K_{IC} opisuje głównie maksymalny opór materiału przy propagacji pęknięcia. W tym przypadku największy opór uzyskamy stosując twarde lepiszcza. Niemniej jednak twarde asfalty są jednocześnie bardziej kruche, a więc dopiero ocena uwzględniająca odkształcalność próbki ϵ_{max} przy maksymalnej sile F_{max} - daje wiarygodny pogląd na szybkość przebiegu propagacji procesu pęknięcia po zainicjowaniu pęknięcia w próbce. W szczególności zdolność materiału do kompensowania ruchów spękanego podłoża ma znaczenie, gdy dokonujemy wyboru lepiszcza, które ma być zastosowane do wykonania nakładki na starej, zniszczonej nawierzchni. W takim przypadku oczekujemy, aby materiał zastosowany w nakładce, posiadał jak największą zdolność do odkształcenia się bez pojawienia się pęknięcia. W tym kontekście najlepszymi lepiszczami okazują się ORBITON 65/105-80 HiMA oraz 45/80-80 HiMA. Złożenie dwóch parametrów: K_{IC} oraz maksymalnej odkształcalności wskazuje, że **optymalnym lepiszczem jest ORBITON 45/80-80 HiMA**.

5.3. Odporność na zmęczenie – badania metodą 4PB-PR

Badania wytrzymałości zmęczeniowej mieszanek mineralno-asfaltowych wykonano wg normy PN-EN 12697-24 „Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 24: Odporność na zmęczenie”, stosując schemat obciążenia 4PB-PR (czteropunktowe zginanie belki prostopadłościowej).

Do badań wykorzystano taką samą mieszankę mineralno-asfaltową AC 16 W, jak w badaniu SCB (opisaną w pkt 5.2.). Badania wykonano w temperaturze 10°C, w trybie kontrolowanego odkształcenia, przy częstotliwości obciążenia sinusoidalnego 10 Hz.

Charakterystyki zmęczeniowe dla 8 mieszanek mineralno-asfaltowych z różnymi lepiszczami, w tym dla asfaltów ORBITON HiMA, przedstawiono na rys. 5.5.



Rys. 5.5. Porównanie charakterystyk zmęczeniowych 8 mieszanek AC 16 W z różnymi lepiszczami.
Interpretacja wykresu: im wyżej położona krzywa, tym lepiej.

Ze względu na sposób pracy wewnętrznej, ciągłej sieci polimerowej, asfalty ORBITON HiMA charakteryzują się bardzo dobrą wytrzymałością zmęczeniową.

W tablicy 5.3. przedstawiono dodatkowo wyniki porównawcze ϵ_6 (odkształcenie równoważne dla trwałości $N_f=10^6$ cykli zmęczeniowych) dla 8 lepiszczy asfaltowych w badanej mieszance AC 16 W.

Tabela 5.3. Wyniki porównawcze ϵ_6 dla badanej mieszanki AC 16 W z różnymi lepiszczami

Lepiszczce zastosowane w mieszance mineralno-asfaltowej AC 16 W	Odkształcenie równoważne dla trwałości $N_f=10^6$ cykli zmęczeniowych ϵ_6 [$\mu\text{m}/\text{m}$]
ORBITON 65/105-80 HiMA	258
ORBITON 45/80-80 HiMA	230
ORBITON 25/55-80 HiMA	203
ORBITON 45/80-55	171
ORBITON 25/55-60	153
50/70	125
20/30	122
35/50	116

Badania wykazały, że wytrzymałość zmęczeniowa N_f mieszanki AC 16 W z asfaltami ORBITON HiMA jest bardzo wysoka, a w szczególności, że możliwe jest bezpieczne przenoszenie znacznie wyższych odkształceń warstwy asfaltowej bez zmniejszenia trwałości nawierzchni.

Ponadto, można z pewnym umownym założeniem stwierdzić, że w przypadku typowej nawierzchni drogowej, w której odkształcenia rozciągające w podbudowie asfaltowej znajdują się zwykle w zakresie 80-150 $\mu\epsilon$, zastosowanie lepiszczy asfaltowych typu HiMA, będzie zmieniało tę nawierzchnię w typu *perpetual* czyli długowieczną.

5.4. Moduł sztywności mieszanek z ORBITON HiMA

Lepiszczca wysokomodyfikowane typu HiMA są lepiszczami o odwróconej fazie polimerowej. Większość ich objętości stanowi więc sieć elastomerowa i to ona w głównej mierze determinuje właściwości asfaltów HiMA. Cechą charakterystyczną każdej sieci polimerowej jest zwiększanie elastyczności asfaltów modyfikowanych, co ma swoje konsekwencje w zakresie obniżenia modułów sztywności - zwyczajowo są one niższe w pośrednich i niskich wartościach temperatury. Ponieważ badania modułu zespolonego dla AC WMS wykonuje się metodą 4PB-PR w temperaturze 10°C, nie jest możliwe w łatwy sposób uzyskanie wysokich wartości sztywności mieszanki AC z PMB HiMA.

W dotychczasowych doświadczeniach z asfaltami wysokomodyfikowanymi, wymagania dla AC P WMS klasy 1 = 16000 MPa okazały się nieosiągalne, z kolei wymagania klasy 2 = 14000 MPa są osiągalne, ale niezwykle rzadko. Wymaganie $S_{min} = 11000$ MPa dla warstwy wiążącej (wg WT-2 cz.1. 2014) jest do osiągnięcia, ale tylko dla ORBITON 25/55-80 HiMA i to także w specyficznych układach materiałowych. Pewien pogląd na możliwości uzyskania modułów sztywności mma dają dane z tabeli 5.4., uzyskane dla mieszanki AC 16 W (nie jest to AC WMS), z których jednoznacznie wynika, że zastosowanie ORBITON HiMA skutkuje znacznie niższymi modułami sztywności mieszanek.

Tabela 5.4. Wyniki porównawcze modułów sztywności dla badanej mieszanki AC 16 W z różnymi lepiszczami

Lepiszczce zastosowane w mieszance mineralno-asfaltowej AC 16 W	Moduł zespolony, metoda 4PB-PR T=10°C, f=10 Hz [MPa]
20/30	13 096
35/50	11 720
50/70	10 020
ORBITON 25/55-60	11 313
ORBITON 45/80-55	9 686
ORBITON 25/55-80 HiMA	10 488
ORBITON 45/80-80 HiMA	8 799
ORBITON 65/105-80 HiMA	7 590

Mimo, że mieszanki z ORBITON 25/55-80 HiMA charakteryzują się najwyższą sztywnością spośród całej grupy asfaltów typu HiMA, to zgodnie z określonym w rozdziale 3. przeznaczeniem, nie ma wśród nich standardowych mieszanek, w tym AC WMS.

Moduł sztywności mieszanek z ORBITON HiMA nie jest tak wysoki, jak wartości sztywności uzyskiwane z lepiszczami standardowymi, co przekłada się na inny sposób pracy całej konstrukcji nawierzchni. Zastosowanie w pakiecie warstw asfaltowych lepiszczy HiMA o mniejszej sztywności skutkuje większymi ugięciami nawierzchni pod obciążeniem i co za tym idzie wystąpieniem większych wartości odkształceń krytycznych w spodzie podbudowy asfaltowej. Niemniej jednak, jak widać na rys. 5.5., **zakres rezerwy wytrzymałości zmęczeniowej jest znacząco większy niż potencjalna szkoda powstała w wyniku zwiększonego odkształcenia.**

W przypadku projektowania nawierzchni w podziale na trzy okresy temperaturowe (-2°C, +10°C i +23°C) można wykorzystać dane z tabeli 5.5.

Tabela 5.5. Wyniki modułów sztywności dla mieszanki AC 16 W z ORBITON 45/80-80 HiMA w różnych wartościach temperatury, metoda 4PB-PR, f=10 Hz

Temperatura badania	Moduł zespolony, metoda 4PB-PR, f=10 Hz
-2°C	16 745
+10°C	8 799
+23°C	3 564

WSKAZÓWKI DO PROJEKTOWANIA MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH Z ORBITON HIMA

Jednym z wyzwań stojących obecnie przed laboratoriami drogowymi jest projektowanie poprawnego składu mieszanki mineralno-asfaltowej z lepiszczami typu HiMA. Do tej pory wykorzystywano rutynowe metody i podejście do projektowania mieszanek z HiMA. Pamiętając jednak, że ORBITON HiMA nie jest typowym asfaltem modyfikowanym, nie należy przekładać wszystkich dotychczasowych doświadczeń na HiMA. Choć główne zasady projektowania mma z HiMA pozostają zbieżne z klasycznym podejściem do projektowania, to specyfika pracy lepiszczy typu HiMA, a zwłaszcza nacisk na uzyskanie maksymalnych korzyści z tego materiału, wymagają nieco innego podejścia w projektowaniu mma.

6.1. Ilość lepiszcza ORBITON HiMA w mieszance mineralno-asfaltowej

Ilość lepiszcza, jaką można wprowadzić do mieszanki mineralnej zależy od wielu czynników, przede wszystkim objętościowych - głównie zawartości wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej VMA. Związany z VMA parametr wypełnienia asfaltem wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej - VFB jest istotnym wskaźnikiem, od którego zależy m.in. trwałość zmęczeniowa mieszanki, jej odporność na koleinowanie itd. Podczas stosowania klasycznych lepiszczy drogowych lub modyfikowanych polimerami, nadmiar lepiszcza w stosunku do VMA (wysokie VFB) skutkował utratą stabilności mieszanki i nadmiernymi deformacjami (koleinami).

W przypadku lepiszczy typu HiMA, które dzięki swoim właściwościom mają bardzo duży udział w zapewnieniu mieszance odporności na koleinowanie, nadmiar lepiszcza w stosunku do granicznej wartości - minimum VMA, nie jest aż tak niebezpieczny jak z klasycznymi lepiszczami. Dotychczasowe praktyczne doświadczenia z wieloma receptami (badaniami typu) mma wskazują, że lepiszcza wysokomodyfikowane wymagają większych zawartości asfaltu (wyższego B_{min}) w porównaniu do innych asfaltów.

W związku z powyższym, **nie zaleca się projektowania składu mieszanki mineralno-asfaltowej na minimalne, dopuszczalne zawartości lepiszcza. Zaleca się dodanie około 0.2-0.3 p.p. (punktu procentowego) lepiszcza więcej niż przy konwencjonalnych asfaltach.** Polepszy to elastyczność warstwy, jej odporność zmęczeniową oraz odporność na spękania zimowe, a także urabialność w czasie wbudowania. Ostateczna weryfikacja właściwości mieszanki dokonywana jest i tak w teście koleinowania.

6.2. Stosowanie wapna hydratyzowanego z ORBITON HiMA

W przypadku stosowania wapna hydratyzowanego w mieszance (w celu poprawy trwałości i adhezji asfaltu do kruszywa), należy przeprowadzić wcześniej badania urabialności mieszanki i tak dobrać zawartość wapna i lepiszcza, aby uzyskać odpowiednio zagęszczalną mieszankę.

Maksymalna zawartość wapna zależy od twardości lepiszcza HiMA oraz jego zawartości w mma. Generalnie nie powinna przekraczać 1,3% masy mieszanki mineralnej przy stosowaniu ORBITON 45/80-80 HiMA i 2,0% przy ORBITON 65/105-80 HiMA. Zwykle nie stosuje się dodatku wapna do mieszanek zawierających ORBITON 25/55-80 HiMA ze względu na słabą urabialność i zagęszczalność takiej mieszaniny.

Należy także pamiętać, że powinno się zmniejszyć ilość wypełniacza o dodaną ilość wapna hydratyzowanego, tak aby sumaryczna ilość frakcji $<0,063$ mm była zgodna. Ponieważ wapno usztywnia mieszankę, najprawdopodobniej, aby zachować urabialność zalecane będzie zwiększenie ilości lepiszcza w mma o około 0.2-0.3 p.p. (punktu procentowego).

7. ZALECENIA TECHNOLOGICZNE PODCZAS STOSOWANIA ASFALTÓW ORBITON HiMA

7.1. Temperatury technologiczne

Zdaniem autorów, w przypadku asfaltów wysokomodyfikowanych typu HiMA opieranie się podczas ustalania temperatur technologicznych tylko na lepkości lepiszcza może prowadzić do ich zawyżenia, co z kolei przyczynia się do nadmiernego przegrzewania lepiszcza.

Specjalny typ polimeru SBS stosowany do modyfikacji asfaltów typu HiMA, w temperaturze powyżej 100°C nie sprawia takich kłopotów jak standardowy SBS wykorzystywany do produkcji zwykłych lepiszczy modyfikowanych. W związku z tym, temperatury technologiczne należy dobierać bardzo ostrożnie i opierać się na odcinkach doświadczalnych.

Ze względu na krótki okres przydatności asfaltów typu HiMA do wbudowania, długotrwałe przechowywanie tych lepiszczy w zbiornikach na otaczarni jest ryzykowne. **Zaleca się wykorzystanie lepiszcza natychmiast po otrzymaniu dostawy. Rekomendowane jest także stosowanie procedury przechowywania HiMA w temperaturze poniżej 170°C (zalecane 160°C). W tej temperaturze lepiszcze może być także użyte do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej.** Podgrzewanie lepiszcza i mieszanki do temperatury znacząco przekraczającej 180°C jest przeciwnie skuteczne, ponieważ nie prowadzi do obniżenia lepkości, ale wręcz jej zwiększenia co utrudnia wbudowanie warstwy.

W tabeli 7.1. przedstawiono propozycję zakresu temperatur technologicznych dla asfaltów wysokomodyfikowanych ORBITON HiMA w laboratorium, na otaczarni i na budowie.

Tabela 7.1. Zalecane temperatury technologiczne asfaltów wysokomodyfikowanych ORBITON HiMA.

	ORBITON 25/55-80 HiMA	ORBITON 45/80-80 HiMA	ORBITON 65/105-80 HiMA
Laboratorium:			
Zalecana temperatura zagęszczania próbek w ubijaku Marshalla/w prasie żyrotorowej	150-160°C	150-155°C	145-150°C
Temperatura składników na otaczarni:			
Pompowanie asfaltu	powyżej 160°C	powyżej 160°C	powyżej 150°C
Magazynowanie asfaltu na otaczarni krótkotrwałe (do 3 dni)	max. 180°C (zalecane do 170°C)	max. 180°C (zalecane do 170°C)	max. 180°C (zalecane do 170°C)
Magazynowanie asfaltu na otaczarni długotrwałe (powyżej 3 dni)	do 160°C	do 160°C	do 160°C
Temperatura gotowej mieszanki mineralno-asfaltowej w mieszalniku otaczarki:			
Beton asfaltowy	max. 180°C	max. 180°C	max. 175°C
SMA	max. 180°C	max. 180°C	max. 175°C
Asfalt porowaty	max. 180°C	max. 180°C	max. 175°C
Asfalt lany	--	max. 180°C	max. 180°C
Temperatura na budowie:			
Minimalna temperatura dostarczonej mieszanki na budowę (w koszu rozkładarki)	160°C	160°C	155°C
Temperatura końca efektywnego zagęszczania warstwy	>130°C	>125°C	>120°C

Uwaga: **podane w tabeli 7.1 dane temperaturowe zostały określone na podstawie wniosków z różnego rodzaju zastosowań asfaltów HiMA. W następstwie zdobywania kolejnych doświadczeń mogą one ulec zmianie.**

7.2. Magazynowanie ORBITON HiMA

Ze względu na szczególne właściwości asfaltów ORBITON HIMA zalecane jest bezpośrednie zużycie lepiszcza zaraz po jego dostarczeniu, bez zbędnego czasu przechowywania w zbiorniku.

W przypadku konieczności przechowywania (maksymalnie do 3 dni) zaleca się ujednoludnienie produktu przez mieszanie asfaltu w obiegu zamkniętym w jednym lub kilku zbiornikach. Wskazane jest, aby co najmniej jeden ze zbiorników wyposażony był w mieszadło. Zbyt długie przechowywanie (powyżej 3 dni) w wysokiej temperaturze (powyżej 170°C) może prowadzić do stopniowego przyrostu lepkości asfaltu wysokomodyfikowanego, ograniczając możliwość zastosowania.

W przypadku planowanego przechowywania asfaltu w zbiorniku powyżej 3 dni zalecamy obniżenie temperatury do max. 160°C i okresowe mieszanie (cyrkulacja).

Po upływie okresu 3 dni zaleca się przeprowadzanie podstawowych badań kontrolnych właściwości asfaltu wysokomodyfikowanego w celu upewnienia się, że produkt nie stracił swoich właściwości. Należy wykonać następujące badania kontrolne: penetracja w 25°C wg PN-EN 1426, temperatura mięknięcia wg PN-EN 1427, lepkość w 160°C wg PN-EN 13302.

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 3 dni) w wysokiej oraz w obniżonej temperaturze

Nie zaleca się magazynowania asfaltów wysokomodyfikowanych w okresie dłuższym niż 3 dni w wysokiej temperaturze. Przechowywanie w obniżonej temperaturze jest możliwe, ale wymaga kontroli parametrów lepiszcza.

Inne uwagi:

- w przypadku zmiany typu bądź rodzaju asfaltu w zbiorniku należy każdorazowo upewnić się, czy zbiornik magazynowy jest pusty,
- nie należy mieszać asfaltów wysokomodyfikowanych HiMA z innymi asfaltami; takie mieszanie powoduje znaczące pogorszenie właściwości użytkowych lepiszcza oraz wpływa na trwałość wykonanej nawierzchni,
- nie zaleca się wielokrotnego rozgrzewania i chłodzenia asfaltów wysokomodyfikowanych ORBITON HiMA.

7.3. Próbkki asfaltów wysokomodyfikowanych w laboratorium

Sposób postępowania z asfaltem w laboratorium ma bardzo duży wpływ na otrzymywane wyniki badań, zarówno asfaltów jak i mieszanek mineralno-asfaltowych. Należy zatem pamiętać, że kilkakrotnie rozgrzewana i/lub przegrzewana próbka asfaltu w suszarce może utwardzić się w znaczącym stopniu, przez co otrzymywane wyniki będą różniły się od wyników asfaltu niestarzzonego.

Podczas wykorzystywania próbek z asfaltem należy więc unikać ich wielokrotnego rozgrzewania. Autorzy sugerują wykorzystywanie większej liczby małych próbek (do jednorazowego zużycia) zamiast jednego, dużego pojemnika z asfaltem. W przypadku konieczności stosowania asfaltu z jednego dużego pojemnika zaleca się ostrożne rozgrzanie pojemnika z asfaltem pierwszy raz, ujednoludnienie przez wymieszanie, a następnie rozlanie do kilku mniejszych pojemników, które będą wykorzystane w późniejszym czasie.

Sposób postępowania w laboratorium z próbkami asfaltów wysokomodyfikowanych ORBITON HiMA przedstawiono w tabeli 7.2.

Tabela 7.2. Temperatura rozgrzewania próbek w laboratorium

Wielkość próbki w pojemniku	ORBITON 25/55-80 HiMA	ORBITON 45/80-80 HiMA	ORBITON 65/105-80 HiMA
pojemnik do 1 litra pojemności, - czas rozgrzewania próbki max. 2 godziny	max. 180	max. 180	max. 175
pojemnik 1÷2 litrów pojemności, - czas rozgrzewania próbki max. 3 godziny	max. 180	max. 180	max. 175
pojemnik 2÷3 litrów pojemności, - czas rozgrzewania próbki max. 3,5 godziny	max. 180	max. 180	max. 175
pojemnik 3÷5 litrów pojemności, - czas rozgrzewania próbki max. 4 godziny	max. 180	max. 180	max. 175
pojemnik powyżej 5 litrów pojemności, - czas rozgrzewania próbki max. 8 godzin	max. 160	max. 150	max. 140

Uwagi dodatkowe:

- pojemnik z próbką nie może być szczelnie zamknięty,
- w żadnym przypadku próbki nie powinny być rozgrzewane w temperaturze przekraczającej 180°C,
- po rozgrzaniu próbek w pojemnikach należy je ujednorodnić przez mieszanie, pamiętając, aby nie wprowadzić pęcherzyków powietrza do próbki, maksymalny czas mieszania (ujednorodnienia) wynosi 10 minut,
- próbki asfaltów otrzymane w wyniku wykonania ekstrakcji mieszanki mineralno-asfaltowej wg norm PN-EN 12697-1, PN-EN 12697-2, PN-EN 12697-4 powinny być poddane badaniom natychmiast po odzyskaniu, tak aby uniknąć ich powtórnego rozgrzewania.

Próbki do badań lepiszczy modyfikowanych

W przypadku przeznaczenia próbek do badania właściwości lepiszcza, zgodnie ze wskazówkami z PN-EN 12594 p. 7.1., ORLEN Asfalt jako dostawca zaleca po rozgrzaniu próbek i ich ujednorodnieniu wykonanie przelewu materiału przez sito metalowe o oczkach #0,5 mm w celu wyeliminowania zanieczyszczeń wpływających na wyniki badań.

7.4. Produkcja mieszanki mineralno-asfaltowej

Uwzględniając szczególne właściwości HiMA, należy bardzo umiejętnie dobierać czas mieszania asfaltu z kruszywem - tzw. czas mieszania „na mokro”.

Nie należy przegrzewać lepiszczy typu HiMA - kierować się wskazaniem z tablicy 7.1. Podnoszenie temperatury ponad podane wartości zalecane może spowodować reakcję odwrotną – tzn. znaczne usztywnienie lepiszcza spowodowane przyrostem lepkości.

Podane w tablicy 7.1. temperatury nie dotyczą mma, do których dodawany jest środek w celu obniżenia temperatury jej wytwarzania i wbudowania. W ORLEN Asfalt nie wykonywano badań w zakresie kompatybilności takich środków z ORBITON HiMA, dlatego ich stosowanie powinno być poprzedzone badaniami w laboratorium wykonawcy.

7.5. Transport mieszanki mineralno-asfaltowej

Przy transporcie mma, w której zastosowano asfalt wysokomodyfikowany, stosuje się takie same zasady jak dla innych asfaltów modyfikowanych polimerami. Należy zwracać uwagę na przykrycie mieszanki plandeką i zapobieganie spadkom temperatury mieszanki.

7.6 Wbudowywanie

Podczas wbudowywania mieszanek zawierających ORBITON HiMA należy stosować te same zasady, które są wykorzystywane przy asfaltach modyfikowanych. Liczba i rodzaj walców, liczba przejazdów może być zwiększona, a finalne parametry należy dobrać na odcinku próbnym biorąc pod uwagę grubość warstwy, temperaturę otoczenia i rodzaj mieszanki mineralno-asfaltowej. Kluczowym czynnikiem, na który należy zwracać uwagę jest odpowiednia temperatura produkcji mieszanki i wbudowania, zgodnie z tabelą 7.1.

Podczas wbudowywania ORBITON 25/55-80 HiMA oraz ORBITON 45/80-80 HiMA może być konieczne zwiększenie liczby walców, szczególnie, gdy następuje szybki spadek temperatury mma (okres jesieni). Podczas zagęszczania mieszanka może zachowywać się elastycznie i nieco przesuwac się pod walcami, szczególnie w pierwszej fazie zagęszczania w wysokiej temperaturze. W czasie dotychczasowych doświadczeń nie obserwowano problemów z zagęszczaniem warstw zawierających ORBITON 65/105-80 HiMA.

Po zakończeniu prac nawierzchniowych, zaleca się bezzwłoczne oczyszczanie sprzętu (głównie rozkładarki) z resztek mieszanki, dopóki jest gorąca.

7.7. Badania odbiorcze

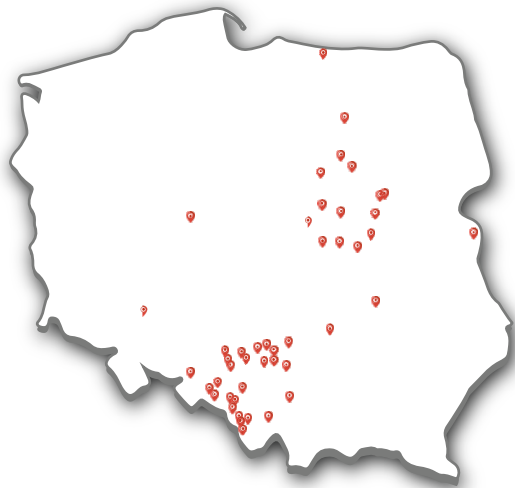
Do odbioru warstwy mma zawierającej ORBITON HiMA stosuje się te same metody badawcze jak przy standardowych lepiszczach.

W przypadku, gdy kontrola obejmuje oznaczenie zawartości polimeru w odzyskanym lepiszczu, należy zwrócić uwagę na fakt, że przy dużej zawartości polimeru wynik może charakteryzować się mniejszą precyzją.

8 ODCINKI Z ORBITON HiMA

Od 2013 roku wykonano szereg odcinków nawierzchni zawierających asfalty wysokomodyfikowane ORBITON HiMA. Przyniosły one wiele nowych, czasem zaskakujących doświadczeń zarówno wykonawcom, jak i specjalistom ORLEN Asphalt. W latach 2013-2014 były to wyłącznie odcinki doświadczalne, od 2015 liczba odcinków nawierzchni, na których zastosowano ORBITON HiMA zdecydowanie rośnie.

Na rys. 8.1. przedstawiono aktualną mapę zastosowań asfaltów ORBITON HiMA na różnych inwestycjach drogowych w Polsce.



Rys. 8.1. Lokalizacja zastosowań ORBITON HiMA w latach 2013-2017

9 ZAKOŃCZENIE

Asfalty wysokomodyfikowane ORBITON HiMA stały się ważnym krokiem w kierunku trwalszych nawierzchni asfaltowych w Polsce. Zakres i liczba odcinków dróg na których zastosowano ORBITON HiMA oraz niezwykle zróżnicowane sposoby wykorzystania lepiszczy typu HiMA, niewątpliwie stawiają polskie drogownictwo na pozycji lidera w zakresie technicznych zastosowań asfaltów wysokomodyfikowanych - bo choć np. w USA ilościowo lepiszczy HiMA stosuje się więcej, to różnorodność aplikacji w Polsce jest znacznie większa.

Badania przedstawione w publikacji wykonano w:

- ORLEN Laboratorium sp. z o.o. (laboratorium akredytowane w PCA nr AB 484, Płock oraz laboratorium akredytowane w PCA nr AB 496, Trzebinia)
- Research Institute of Inorganic Chemistry, Inc. (Unipetrol výzkumně vzdělávací centrum, a.s. UniCRE), Litvinov (Czechy)
- Politechnika Gdańska, Wydział Budownictwa i Środowiska, Gdańsk
- Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa
- Laboratorium drogowe Wojciech Bogacki, Rzgów

BIBLIOGRAFIA

Bahia H.U. et al. Characterization of Modified Asphalt Binders in Superpave Mix Design. National Cooperative Highway Research Program 2001. REPORT 459. ISBN 0-309-06707-3

Bahia, H.U., and D.I. Hanson. "Survey Report of Modified Asphalt Binder Users, Producers, and Researchers," Project NCHRP 9-10 (Superpave Protocols for Modified Asphalt Binders), prepared for the National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C. (February 1997)

Błażejowski K., Styk S. Technologia warstw asfaltowych. WKŁ 2004

Wymagani Techniczne GDDKiA „Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych. WT-2 2014 – część I Mieszanki mineralno-asfaltowe”

Gaweł I., Kalabińska M., Piłat J. Asfalty drogowe. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, wyd.2, 2014

Paczuski M., Przedlacki M., Lorek A. Technologia produktów naftowych, Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2015

Anderson R. M. (2011), „Understanding the MSCR Test and its Use in the PG Asphalt Binder Specification”, Asphalt Institute

Szydłowski C., Judycki J., Badania odporności na pękanie mieszanek mineralno-asfaltowych na próbkach półwalcowych, Drogownictwo 10/2015, pp. 348-353.

Kluttz R., J Richard Willis, Andre Molenaar, Tom Scarpas and Erik Scholten (2012), Fatigue Performance of Highly Modified Asphalt Mixtures in Laboratory and Field Environment, 7th RILEM International Conference on Cracking in Pavements

Kluttz, R. Q., A. A. A. Molenaar, M. F. C.van de Ven, M.R. Poot, X. Liu, A. Scarpas and E.J. Scholten. Modified Base Courses for Reduced Pavement Thickness and Improved Longevity. Proceedings of the International Conference on Perpetual Pavement, October, 2009, Columbus, OH.

Kluttz R. Q., E. Jellema, M.F. Woldekidan and M. Huurman, Highly Modified Bitumen for Prevention of Winter Damage in OGFCs, Am Soc. Civil E., 2013.

Timm, D., M. Robbins and R. Kluttz. Full-Scale Structural Characterization of a Highly Polymer-Modified Asphalt Pavement. Proceedings of the 90th Annual Transportation Research Board, Washington, D.C., 2011.

Timm, D.H., M.M. Robbins, J.R. Willis, N. Tran and A.J. Taylor. Field and Laboratory Study of High-Polymer Mixtures at the NCAT Test Track. Draft Report, National Center for Asphalt Technology, Auburn University, 2013.

Timm, D., Powell, R., Willis, J. and Kluttz, R. (2012), Pavement Rehabilitation Using High Polymer Asphalt Mix, submitted for the Proc. 91st Annual Transp. Res. Board, Washington, DC.

West R., Timm D., Willis R., Powell B., Tran N., Watson D., Brown R., Robbins M., Vargas-Nordbeck A., and Nelson J., "Phase IV NCAT Pavement Test Track Findings". Draft Report, National Center for Asphalt Technology, Auburn University, February 2012.

Willis, J., Timm, D., Kluttz, R., Taylor, A. and Tran, N. (2012), Laboratory Evaluation of a High Polymer Plant-Produced Mixture, submitted for the Assoc. Asphalt Paving Technol. Annual Meeting, Austin, TX.
AASHTO T 315 Standard Method of Test for Determining the Rheological Properties of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer (DSR)

AASHTO PP 42 Standard Practice for Determination of Low-Temperature Performance Grade (PG) of Asphalt Binders

PN-EN 14771:2012 Asfalty i lepiszcza asfaltowe - Oznaczanie sztywności pełzania przy zginaniu -- Reometr zginanej belki (BBR)

AASHTO TP 70: Standard Method of Test for Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer (DSR)

ASTM D7405 Standard Test Method for Multiple Stress Creep and Recovery (MSCR) of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer

PN-EN 14023:2011 „Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Zasady klasyfikacji asfaltów modyfikowanych polimerami”

PN-EN 12697-22: „Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 22: Koleinowanie”.

PN-EN 12697-44 Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 44: Propagacja pęknięcia w badaniu zginania próbki półwalcowej.

PN-EN 12697-24 „Mieszanki mineralno-asfaltowe -- Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 24: Odporność na zmęczenie”

EN 12697-46 „Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt – Part 46: Low temperature cracking and properties by uniaxial tension tests. TSRST method.

 AUTORZY**dr inż. Krzysztof Błażejowski**

Absolwent Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej (1992). Autor ponad 100 publikacji, artykułów i książek z dziedziny lepiszczy asfaltowych i nawierzchni asfaltowych. Dyrektor Działu Badań i Rozwoju w ORLEN Asphalt. W latach 2011-2015 członek Sekcji Inżynierii Materiałów Budowlanych Polskiej Akademii Nauk. Rzeczoznawca SITK RP w dziedzinie nawierzchni drogowych.

**mgr inż. Marta Wójcik-Wiśniewska**

Absolwentka Wydziału Chemii Politechniki Śląskiej w Gliwicach (2011). Specjalizuje się w zagadnieniach związanych z metodami badań lepiszczy asfaltowych. Dodatkowy obszar zainteresowań to badania z zakresu reologii oraz właściwości niskotemperaturowych asfaltów. Pracownik Działu Badań i Rozwoju w ORLEN Asphalt.

**inż. Wiktoria Baranowska**

Studentka Technologii Chemicznej na Politechnice Warszawskiej. Specjalizuje się w tematyce badawczej lepiszczy asfaltowych. Główny obszar zainteresowań to właściwości wysokotemperaturowe oraz stabilność koloidalna asfaltów. Pracownik Działu Badań i Rozwoju w ORLEN Asphalt.

 DZIAŁ BADAŃ I ROZWOJU

Komórka organizacyjna ORLEN Asphalt. Istnieje od początku funkcjonowania spółki, tzn. od 2003 r. Zajmuje się prowadzeniem prac badawczych i rozwojowych w zakresie lepiszczy asfaltowych oraz mieszanek mineralno-asfaltowych, marketingiem technicznym oraz tworzeniem nowych wyrobów.

Dla klientów firmy świadczy usługi doradztwa technicznego w zakresie zastosowań lepiszczy asfaltowych produkowanych przez spółkę.

W dorobku Działu B+R są zgłoszenia patentowe, złoty medal na Międzynarodowej Wystawie Wynalazków IWIS 2007 (asfalt wielorodajowy BITREX) oraz nagroda polskiego Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za osiągnięcia wynalazcze (2007). W 2016 r. ORLEN Asphalt uzyskał nagrodę Lider Innowacji w konkursie Diamenty Polskiej Infrastruktury za asfalt wysokomodyfikowany ORBITON HiMA opracowany przez Dział Badań i Rozwoju.

Doradztwo techniczne dostępne jest dla klientów spółki pod adresem email:
doradztwo.technologiczne@orlen-asfalt.pl