

PORADNIK ASFALTOWY



Krzysztof Błazejowski
Jacek Olszacki
Hubert Peciakowski

2014

Poradnik asfaltowy

Autorzy:

dr inż. Krzysztof Błażejowski

dr inż. Jacek Olszacki

mgr inż. Hubert Peciakowski

Copyright by ORLEN Asfalt sp. z o.o.

ul. Chemików 7

09-411 Płock

www.orlen-asfalt.pl

2014

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

SPIS TREŚCI

INFORMACJA O FIRMIE.....	6
1. PRODUKCJA ASFALTÓW	8
1.1. Technologie produkcji asfaltów w ORLEN Asphalt	9
1.1.1. Produkcja asfaltów drogowych i wielorodzajowych.....	9
1.1.2. Modyfikacja asfaltu polimerami.....	10
2. TERMINOLOGIA.....	12
2.1. Wprowadzenie	12
2.2. Terminologia	12
3. PODSTAWOWE WŁAŚCIWOŚCI I BADANIA ASFALTÓW.....	16
3.1. Wprowadzenie	16
3.2. Właściwości podstawowe	16
3.2.1. Penetracja w 25°C.....	16
3.2.2. Temperatura mięknięcia	17
3.2.3. Temperatura łamliwości, metoda Fraassa	18
3.2.4. Temperatura zapłonu, metoda Clevelanda	20
3.2.5. Rozpuszczalność	21
3.2.6. Zakres plastyczności	22
3.2.7. Indeks penetracji Ip.....	22
3.2.8. Lepkość.....	23
3.2.9. Gęstość	31
3.2.10. Starzenie technologiczne RTFOT.....	31
3.2.11. Właściwości po RTFOT	33
3.3. Właściwości dodatkowe dla asfaltów modyfikowanych polimerami	33
3.3.1. Nawrót sprężysty.....	33
3.3.2. Nawrót sprężysty w 25°C po starzeniu RTFOT.....	35
3.3.3. Siła rozciągania (kohezja).....	35
3.3.4. Stabilność podczas magazynowania asfaltów modyfikowanych	37
3.3.5. Mikrostruktura asfaltów modyfikowanych	38
3.4. Pozostałe właściwości asfaltów	38
3.4.1. Zawartość składników nierozpuszczalnych w n-heptanie	38
3.4.2. Zawartość parafiny.....	38
3.4.3. Adhezja asfaltu do kruszyw mineralnych.....	39
3.4.4. Metoda starzenia PAV	40
3.4.5. Metoda BBR.....	41
3.4.6. Metoda DSR.....	41
3.4.7. Metoda MSCR.....	42

4. OMÓWIENIE NORM EN 12591, EN 14023, EN 13924 I prEN 13924-2	43
4.1. Wprowadzenie	43
4.2. Systematyka oznaczania lepiszczy asfaltowych	44
4.3. Wymagania norm EN 12591, EN 14023, EN 13924 i prEN 13924-2.....	44
4.4. Krajowe dokumenty aplikacyjne	45
4.5. Ocena zgodności w normach EN 12591, EN 14023, EN 13924 i prEN 13924-2.....	49
5. ASFALTY DROGOWE WG PN-EN 12591:2010	51
5.1. Opis ogólny asfaltów drogowych	51
5.2. Właściwości.....	52
5.2.1. Asfalt drogowy 20/30	52
5.2.2. Asfalt drogowy 35/50	56
5.2.3. Asfalt drogowy 50/70	59
5.2.4. Asfalt drogowy 70/100	62
5.2.5. Asfalt drogowy 100/150	65
5.2.6. Asfalt drogowy 160/220	67
6. ASFALTY MODYFIKOWANE POLIMERAMI ORBITON WG PN-EN 14023:2011	70
6.1. Opis ogólny.....	70
6.2. Przeznaczenie.....	71
6.3. Właściwości.....	71
6.3.1. ORBITON PMB 10/40-65	71
6.3.2. ORBITON PMB 25/55-60	75
6.3.3. ORBITON PMB 45/80-55	78
6.3.4. ORBITON PMB 45/80-65	81
6.3.5. ORBITON PMB 65/105-60	84
6.4. Pozostałe właściwości asfaltów modyfikowanych ORBITON	87
7. ASFALTY WIELORODZAJOWE BITREX	89
7.1. Opis ogólny.....	89
7.2. Przeznaczenie.....	90
7.3. Właściwości.....	90
7.3.1. BITREX 20/30	91
7.3.2. BITREX 35/50	92
7.3.3. BITREX 50/70	95
7.4. Pozostałe właściwości asfaltów wielorodzajowych BITREX	97
8. WYNIKI BADAŃ ASFALTÓW W MIESZANKACH MINERALNO-ASFALTOWYCH	98
8.1. Wprowadzenie	98
8.2. Badania odporności na koleinowanie.....	98
8.2.1. Badania porównawcze wszystkich lepiszczy na AC 16W.....	99
8.2.2. Badania porównawcze między pojedynczymi lepiszczami	100
8.3. Badania odporności na pękanie niskotemperaturowe	108
8.3.1. Metoda TSRST.....	109
8.3.2. Badania porównawcze wszystkich lepiszczy na AC 16W.....	109
8.4. Podsumowanie.....	111

9. WŁAŚCIWOŚCI ASFALTÓW WG SUPERPAVE.....	112
9.1. Superpave	112
9.2. Badania właściwości niskotemperaturowych.....	113
9.3. Badania właściwości w wysokich i pośrednich temperaturach	114
9.4. Korekta systemu PG – badanie MSCR.....	117
9.5. Klasyfikacja asfaltów ORLEN Asphalt wg PG System.....	119
10. TECHNOLOGIA STOSOWANIA ASFALTÓW.....	122
10.1. Wskazówki laboratoryjne.....	122
10.1.1. Ustalanie temperatur technologicznych.....	122
10.1.2. Próbkki asfaltów w laboratorium	124
10.1.3. Przyczepność asfaltu do kruszyw mineralnych	125
10.2. Magazynowanie asfaltu	125
10.3. Produkcja mieszanki mineralno-asfaltowej.....	128
10.4. Transport mieszanki mineralno-asfaltowej.....	128
10.5. Wbudowywanie	129
10.6. Sorbenty do zbierania rozlanego oleju na podłożu	130
10.7. Temperatuty technologiczne	131
11. INNE WŁAŚCIWOŚCI ASFALTÓW.....	132
11.1. Gęstość asfaltów.....	132
11.2. Rozpuszczalność asfaltów.....	133
11.3. Dane do projektowania nawierzchni metodami mechanistycznymi	133
12. BEZPIECZEŃSTWO PRACY Z ASFALTAMI I OCHRONA ŚRODOWISKA	134
12.1. Wstęp.....	134
12.2. Potencjalne zagrożenia dla zdrowia podczas produkcji, magazynowania,transportu i stosowania asfaltów drogowych.....	135
12.2.1. Oparzenia asfaltami (kontakt ze skórą, z oczami).....	135
12.2.2. Pożar (działania zapobiegawcze)	136
12.2.3. Gaszenie pożaru asfaltu	136
12.2.4. Pienienie w obecności wody.....	136
12.2.5. Opary asfaltów (mgła asfaltowa, dymy)	137
12.2.6. Siarkowodór.....	137
12.2.7. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA)	138
12.2.8. Atesty PZH.....	138
BIBLIOGRAFIA.....	140
AUTORZY PORADNIKA ASFALTOWEGO	141



INFORMACJA O FIRMIE

Kim jesteśmy

ORLEN Asphalt Sp. z o.o. należy do Grupy Kapitałowej ORLEN i jest jednym z największych w Polsce przedsiębiorstw produkujących i sprzedających asfalty. Pod nazwą ORLEN Asphalt spółka została zarejestrowana w Krajowym Rejestrze Sądowym XIV Wydział Gospodarczy KRS 0000044178 w dniu 21 lipca 2003 r. Udziałowcami spółki są PKN ORLEN S.A. posiadający 82,46% udziałów oraz Rafineria Trzebinia – 17,54% udziałów.

ORLEN Asphalt jest również właścicielem czeskiej spółki ORLEN Asphalt Česká republika, powstałej w efekcie zakupu 100% udziałów spółki Paramo Asphalt, zajmującej się sprzedażą asfaltów produkowanych w Litvinovie i Pardubicach. 17 kwietnia 2013 roku oficjalnie zarejestrowany został pod nazwą ORLEN Asphalt Sp. z o.o. PLOCK – Sucursala Bucuresti oddział w Rumunii, co pozwoliło firmie na dalszy intensywny rozwój aktywności na rynkach południowych.

Nasz cel

Celem ORLEN Asphalt jest wzrost sprzedaży na rynkach europejskich, budowanie wizerunku znaczącego dostawcy w Europie oraz utrzymanie czołowej pozycji na rynku krajowym.

Staramy się, aby nasze hasło „Asfalty – jakość w każdym szczególe” dotyczyło wszystkich aspektów naszej działalności. Naszym klientom dostarczamy zarówno najwyższej jakości produkty, jak i najwyższe standardy obsługi klienta.

Jesteśmy firmą transparentną i wszelkie działania realizujemy z zachowaniem zasad ładu korporacyjnego Grupy Kapitałowej PKN ORLEN S.A. oraz społecznej odpowiedzialności biznesu, troszcząc się o rozwój naszych pracowników i dbając o środowisko naturalne.

Od 2005 roku Spółka działa zgodnie ze zintegrowanym Systemem Zarządzania, w oparciu o normy ISO9001, ISO14001, OHSAS18001.

Marka uznana na rynku

Potwierdzeniem wysokiej jakości produktów oferowanych przez ORLEN Asphalt są liczne nagrody i wyróżnienia przyznawane przez prestiżowe instytucje oraz media branżowe. Listę dowodów uznania zapoczątkowało w 2004 r. wyróżnienie za asfalty modyfikowane elastomerem ORBITON w konkursie na EUROPRODUKT, organizowanym pod patronatem Ministra Gospodarki i Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości. Asfalty modyfikowane ORBITON wyróżniono również Złotym Medalem podczas XI Międzynarodowych Targów Budownictwa Drogo-

wego Autostrada-Polska oraz statuetką „Wysoki Poziom” w kategorii „Sprawdzony Produkt”, przyznaną przez „Magazyn Autostrady” oraz Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP za szczególne osiągnięcia i produkty. W 2011 roku Spółka ORLEN Asphalt została wyróżniona Złotym Godłem QI za najwyższą jakość oferowanych produktów w programie realizowanym pod patronatem Ministerstwa Rozwoju Regionalnego, Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości oraz Klubu Polskie Forum ISO 9000.

W ręce Spółki dwukrotnie trafił tytuł „Budowlanej Firmy Roku”, a także doceniona została technologia produkcji asfaltów wielorodrajowych BITREX, którą nagrodzono Złotym Medalem na Międzynarodowych targach Wynalazków IWIS 2007.

Nasze produkty

Aktualnie ofertę spółki stanowią asfalty drogowe, asfalty modyfikowane ORBITON, wielorodrajowe BITREX i asfalty utlenione. W wyniku przeprowadzonej konsolidacji segmentu asfaltowego, poszerzyliśmy swoją ofertę produktową o asfalty z Czech (ośrodki produkcyjne Pardubice i Litvínov) i Litwy (ośrodek produkcyjny Možeiki).

Produkty asfaltowe według miejsc produkcji:

Rodzaj asfaltu	Płock	Trzebinia	Litvínov	Pardubice	Mazeikiai
Asfalty drogowe	20/30 35/50 50/70 70/100 100/150 160/220	50/70 70/100 160/220*	50/70 70/100 160/220	20/30 30/45 35/50 50/70 70/100 160/220	35/50 50/70 70/100 100/150 160/220 Special Bitumen BNK 40/180
Asfalty modyfikowane	ORBITON 10/40-65* ORBITON 25/55-55 EXP* ORBITON 25/55-60 ORBITON 45/80-55 ORBITON 45/80-55 EXP* ORBITON 45/80-65* ORBITON 65/105-60*	ORBITON 10/40-65* ORBITON 25/55-60 ORBITON 25/55-60 EXP* ORBITON 25/55-65 EXP ORBITON 45/80-55* ORBITON 45/80-65	—	—	—
Asfalty wielorodrajowe	BITREX 20/30* BITREX 35/50* BITREX 50/70*	BITREX 35/50* BITREX 50/70*	—	VMT 25 VMT 45 VMT 65	—
Asfalty drogowe twarde	—	—	—	AP 15 (10/20) AP 25 (20/30)	—
Asfalty utlenione	80/15 95/35*	95/35*	—	85/15 85/25 85/40 95/35 105/15	—

*Asfalty dostępne na specjalne zamówienie.

Rozdział 1

PRODUKCJA ASFALTÓW

ORLEN Asphalt jest producentem szeregu lepiszczy: asfaltów drogowych, asfaltów modyfikowanych ORBITON, asfaltów wielorodajowych BITREX oraz asfaltów utlenionych (przemysłowych). Produkcja asfaltów prowadzona jest w dwóch ośrodkach produkcyjnych, w Płocku i Trzebini, w których wdrożono zintegrowany Systemem Zarządzania wg norm ISO 9001, ISO 14001 i OHSAS 18001.



Rys. 1.1. Certyfikat ISO 9001

Zgodnie z Ustawami: o wyrobach budowlanych i systemach oceny zgodności, w ORLEN Asphalt wprowadzony został system Zakładowej Kontroli Produkcji (ZKP), a zakłady produkcyjne w Płocku i Trzebini posiadają certyfikaty ZKP produkowanych lepiszczy drogowych (Tablica 1.1.).

Tablica 1.1. Wykaz Certyfikatów ZKP dla Zakładu Produkcyjnego w Płocku i Trzebini.

Rodzaj asfaltu	Nr Certyfikatu* ZKP dla Zakładu w Płocku	Nr Certyfikatu* ZKP dla Zakładu w Trzebini
Asfalty drogowe	1434-CPD-0107	1434-CPD-0108
Asfalty modyfikowane polimerami ORBITON	1434-CPD-0133	1434-CPD-0134
Asfalty wielorodajowe BITREX (certyfikat krajowy – brak normy EN)	F-013-BG-015	F-013-BG-026

* Oznaczenie Certyfikatu może się zmienić z CPD na CPR podczas najbliższej aktualizacji.

Asfalty z ORLEN Asphalt wytwarzane są z konwencjonalnych źródeł surowca, a mianowicie z pozostałości uzyskanych podczas przeróbki ropy naftowej. Jest to pozostałość próżniowa pochodząca z instalacji destylacji rurowo-wieżowych (DRW).

1.1. Technologie produkcji asfaltów w ORLEN Asphalt

1.1.1. Produkcja asfaltów drogowych i wielorodzajowych

Asfalty drogowe oraz asfalty wielorodzajowe BITREX produkowane są w firmie ORLEN Asphalt na instalacjach do utleniania pozostałości próżniowej z przerobu ropy naftowej. Należą one do grupy lepischer asfaltowych typu¹ *semi-blown* lub *air-rectified*.

Utlenianie asfaltów to bardzo złożony proces o charakterze chemicznym i fizycznym. Na charakter chemiczny składają się intensywne procesy polimeryzacji i kondensacji prowadzące do wzrostu cząsteczek. Równocześnie zachodzą reakcje chemiczne polegające na powstawaniu związków tlenowych, towarzyszy im także odwodniająca kondensacja prowadząca do tworzenia wiązań C-C (węgiel-węgiel). Prowadzi to do powstawania żywicy i asfaltenów kosztem węglowodorów naftenowo-aromatycznych, przy czym rodzaje i mechanizm reakcji są funkcją temperatury reakcji. O charakterze fizycznym świadczy *stripping* lżejszych węglowodorów z fazy ciekłej do fazy gazowej w drodze destylacji z parą wodną. Jest to proces egzotermiczny tzn. reakcje zachodzą z wydzielaniem energii w postaci ciepła reakcji.

1.1.1.1. Instalacja ciągłego utleniania pozostałości próżniowej wg technologii Biturox

W ORLEN Asphalt asfalty drogowe i asfalty wielorodzajowe BITREX produkowane są głównie w systemie ciągłego utleniania wg technologii BITUROX® na licencji austriackiej firmy Pörner. Proces polega na ciągłym, nieprzerwanym zasilaniu reaktorów surowcem i stałym, ciągłym odbiorze produktów do zbiorników magazynowych. Ciągłość procesu gwarantuje homogeniczność (jednorodność) produktu, oprócz tego proces charakteryzuje się optymalnym wykorzystaniem tlenu do utleniania oraz bardzo dobrą hydrodynamiką reakcji.

Sercem instalacji są reaktory Biturox®. Reaktor to cylindryczny pionowy zbiornik ciśnieniowy, wyposażony w centralny cylinder oraz mieszadło z trzema turbinami na wspólnym wale, umieszczone wewnątrz cylindra. Powietrze w postaci dużych pęcherzy przemieszcza się w górę we wnętrzu cylindra, na dwóch poziomach jest zgromadzone przez płytki koalescencyjne i rozbijane przez turbiny mieszadła na mniejsze pęcherze. Dzięki temu następuje odnawianie powierzchni reakcji, reakcja utleniania zachodzi intensywnie w całej objętości, przy mniejszym zużyciu powietrza i w krótszym czasie przebywania. Przepływ powietrza jest tak dobierany, aby ilość tlenu w gazach odlotowych wynosiła $2 \div 5\%$ (v/v)². Ruch powietrza oraz praca mieszadła wymuszają cyrkulację cieczy w reaktorze – w cylindrze wewnętrznym w górę, w przestrzeni zewnętrznej cylindra w dół. Ciepło reakcji utleniania jest odbierane z reaktora przez odparowanie wody procesowej, wtryskiwanej bezpośrednio do rur wgłębnych powietrza technologicznego. Ilością wody procesowej reguluje się dokładnie temperaturę procesu. Powstała para wodna pomaga usunąć z masy asfaltowej niepożądane produkty uboczne: gazy i lekki utleniony destylat oraz zwiększa bezpieczeństwo produkcji. Asphalt wyprowadzany jest z reaktora z przestrzeni zewnętrznej cylindra, z poziomu powyżej wlotu surowca i poddawany jest chłodzeniu w chłodnicach asfaltu. Następnie kierowany jest do zbiorników magazynowych asfaltów, gdzie zostaje uśredniony (wymieszany) i poddany ocenie jakościowej. Dystrybucja asfaltu do cystern samochodowych i kolejowych odbywa się na zhermetyzowanych stanowiskach nalewania. Sterowanie procesem odbywa się za pomocą systemu rozproszonego DCS.

1) Według nomenklatury przyjętej przez Eurobitume, drogowe lepischer asfaltowe produkowane są w ORLEN Asphalt metodą „*semi-blown*” lub „*air-rectification*” i charakteryzują się Indeks Penetracji mniejszym lub równym 2.0, a asfalty przemysłowe metodą utleniania („*oxidizing*”) dla których Indeks Penetracji jest większy od 2.0 [źródło: *Physical differentiation between air-rectified and oxidised bitumens. Technical Committee Task Force. Eurobitume, 15.04.2011*]

2) (v/v) oznacza proporcje objętościowe, podczas gdy (m/m) oznacza proporcje masowe.



Rys. 1.2. Instalacja ciągłego utleniania – reaktory Biturox® (fot. ORLEN Asphalt)

1.1.1.2. Instalacja periodycznego utleniania pozostałości próżniowej – oksydatory

Instalacja utleniania periodycznego w ORLEN Asphalt służy przede wszystkim do produkcji asfaltów przemysłowych (typu *oxidised bitumens*) i asfaltów specjalnych, ale równie dobrze może być wykorzystywana do produkcji asfaltów drogowych i wielorodzajowych.

W odróżnieniu od utleniania w reaktorze Biturox®, produkcja w oksydatorach odbywa się w systemie wsadowym (ang. *batch process*), który polega na napełnieniu oksydatora surowcem, utlenieniu zawartości i wyłoczeniu produktu. Oksydator jest mniej zaawansowany technologicznie niż reaktor Biturox®.

1.1.2. Modyfikacja asfaltu polimerami

Modyfikacja asfaltu ma na celu poszerzenie przedziału temperaturowego, w którym lepieszce będzie wykazywało właściwości lepkosprężyste. ORLEN Asphalt stosuje metodę fizyczną, opartą na wzajemnym mechanicznym wymieszaniu asfaltu z polimerem z ewentualnym stosowaniem dodatków sieciujących (ang. *crosslinkers*).

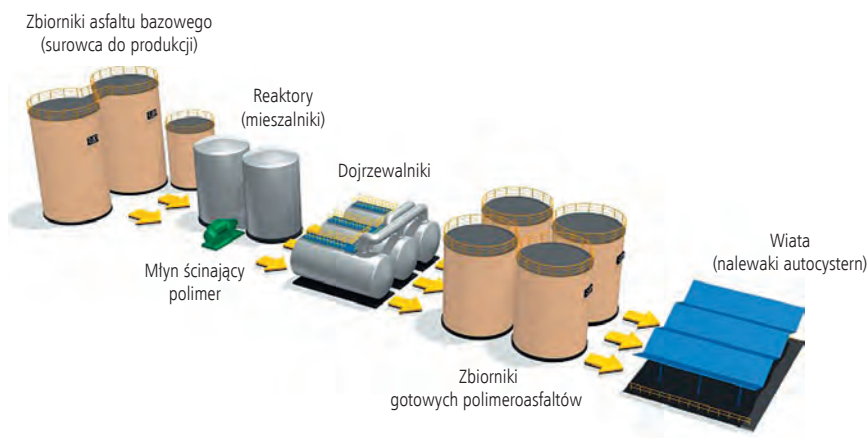
1.1.2.1. Instalacja modyfikacji asfaltów polimerami

Głównym surowcem do produkcji asfaltów modyfikowanych w firmie ORLEN Asphalt są specjalnie przygotowane asfalty, tzw. asfalty bazowe, o właściwościach odpowiednich do modyfikacji elastomerami SBS. Modyfikator dodawany w procesie produkcji do asfaltu to najczęściej kopolimer blokowy Styren-Butadien-Styren, w skrócie – SBS, dlatego lepieszca te nazywane są także *elastomeroasfaltami*.

Produkcja asfaltów modyfikowanych polimerami polega na odpowiednim wprowadzeniu polimeru do gorącego asfaltu, zmieleniu mieszaniny w młynie o dużej mocy ścinania oraz jej finalnym rozpuszczeniu i ujednoludnieniu.

Technologia produkcji została opracowana i jest nadzorowana przez Dział Technologii, Badań i Rozwoju ORLEN Asphalt, który także opracowuje receptury nowych produktów.

ORLEN Asphalt posiada dwie instalacje produkcyjne polimeroasfaltów – w Płocku (otwarta w 2006 r.) i w Trzebinii. Na rys. 1.3. przedstawiono schemat instalacji do modyfikacji asfaltów w Płocku.



Rys. 1.3. Schemat instalacji do modyfikacji asfaltów w Płocku

Obie instalacje, w Płocku i Trzebinii sterowane są automatycznie. W Płocku cała instalacja podłączona jest do systemu komputerowego DCS (rys. 1.4.), co umożliwia pełną kontrolę procesu produkcji oraz odczyt danych procesowych z przeszłości.



Rys. 1.4. System komputerowy DCS do sterowania produkcją asfaltów modyfikowanych ORBITON na instalacji w Płocku (fot. ORLEN Asphalt)

Dzięki zastosowaniu w procesie produkcji asfaltu modyfikatora – elastomeru osiąga się znaczące korzyści we właściwościach lepkości zarówno w wysokich jak i niskich temperaturach. Asfalty modyfikowane polimerami stosowane są do budowy nawierzchni asfaltowych obciążonych ciężkim ruchem, w szczególnych lokalizacjach np. w nawierzchniach mostowych oraz do specjalnych mieszanek mineralno-asfaltowych np. asfaltu porowatego. We wszystkich wymienionych zastosowania sprawdzają się znacznie lepiej od asfaltów drogowych.

Szczegółowe informacje znajdują się w rozdziałach: o asfaltach modyfikowanych ORBITON (rozdział 6), wynikach badań mieszanek mineralno-asfaltowych (rozdział 8) i wynikach badań wg metody *Superpave* (rozdział 9).



Rozdział 2

TERMINOLOGIA

2.1. Wprowadzenie

W normalizacji asfaltowej podstawowe definicje asfaltowe zebrano w normie EN 12597 *Asfalty i produkty asfaltowe. Terminologia*. Poniżej zestawiono wybrane z normy definicje, opracowane na podstawie projektu normy prEN 12597 z 2012 r. (zostanie opublikowana przez PKN prawdopodobnie w 2014 r.) oraz zapisów w normach z serii prPN-EN 13108-1...9 z 2013 r. W niektórych przypadkach zapisy zostały rozszerzone lub skorygowane przez autorów Poradnika.

2.2. Terminologia

Definicje ogólne

Lepiszczce (ang. *Binder*)

Materiał służący do sklejania ziaren kruszywa i zapewnienia kohezji (spójności) mieszanki.

Lepiszczce węglowodorowe (ang. *Hydrocarbon binder*)

Materiał spajający, zawierający asfalt lub smołę, albo zarówno asfalt, jak i smołę. Powyższy termin nie jest precyzyjny z naukowego punktu widzenia, gdyż wszystkie materiały nim objęte zawierają również komponenty niewęglowodorowe.

Lepiszczce asfaltowe (ang. *Bituminous binder*)

Materiał spajający, zawierający asfalt. Lepiszczce asfaltowe może występować w następujących postaciach: niemodyfikowane, modyfikowane, utlenione, upłynnione, fluksowane, zemulgowane. Termin *lepiszcze asfaltowe* należy łączyć tylko z asfaltami, a nie z produktami pochodzącymi z pirolizy (smołami).

Asfalt (ang. *Bitumen*)

Zasadniczo nietlotny materiał, otrzymywany z ropy naftowej lub występujący w asfalcie naturalnym. Charakteryzujący się przyczepnością i wodoodpornością, o bardzo wysokiej lepkości lub prawie stałej konsystencji w temperaturze otoczenia, całkowicie lub prawie całkowicie rozpuszczalny w toluenie. Asfalt może być stosowany jako lepiszcze drogowe lub do zastosowań przemysłowych, takich jak produkcja pap i innych materiałów hydroizolacyjnych.

Asfalt naturalny (ang. *Natural asphalt*)

Stosunkowo twardy asfalt, występujący w naturalnych złożach, często zmieszany z drobnym lub bardzo drobnym materiałem mineralnym, będący zazwyczaj ciałem stałym w temperaturze 25°C, lecz w temperaturze 175°C będący lepłą cieczą.

Asfaltowy (ang. *Bituminous*)

Przymiotnik odnoszący się do lepiszczy, do ich mieszanek z kruszywem mineralnym oraz ogólnie do każdego materiału zawierającego asfalt. Nie stosuje się do wyrobów zawierających smołę.

Asfalty do zastosowań drogowych

Asfalt drogowy (ang. *Paving bitumen*)

Asfalt stosowany do otaczania i sklejania kruszyw mineralnych – produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych, używanych w budowie i utrzymaniu nawierzchni drogowych i czasami do robót

hydroizolacyjnych. W Europie najczęściej asfalty drogowe są definiowane zakresem penetracji oznaczanym w temperaturze 25°C, o maksymalnej wartości $900 \times 0,1$ mm. Bardziej miękkie rodzaje asfaltów są zdefiniowane jako *miękki asfalt drogowy*.

Asfalt drogowy miękki (*ang. Soft paving bitumen*)

Asfalt drogowy, definiowany zakresem lepkości w 60°C, stosowany do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych miękkich (np. wg PN-EN 13108-3) w rejonach o odpowiednich warunkach klimatycznych.

Asfalt drogowy twardy (*ang. Hard paving bitumen*)

Asfalt stosowany do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych o wysokim module sztywności. W Europie twarde asfalty drogowe charakteryzują się penetracją nie wyższą niż $25 \times 0,1$ mm.

Asfalt modyfikowany (*ang. Modified bitumen*)

Asfalt, którego właściwości reologiczne zostały zmodyfikowane w procesie produkcji w wyniku użycia jednej lub większej liczby substancji chemicznych. Określeniem „substancja chemiczna” objęte są: kauczuk naturalny, syntetyczne polimery, siarka i pewne związki metaloorganiczne z pominięciem tlenu i „katalizatorów utleniania”, takich jak: chlorek żelaza, kwas fosforowy i pięciotlenek fosforu. Włókna i proszki nieorganiczne („wypełniacze”) nie są uważane za modyfikatory asfaltów. Asfalty modyfikowane mogą być stosowane bezpośrednio jako lepiszcze lub w formie przetworzonej: upłynnionej, zemulgowanej względnie zmieszane, np. z asfaltem naturalnym.

Asfalt modyfikowany polimerem (*ang. Polymer modified bitumen*)

Asfalt modyfikowany, w którym jako modyfikatora użyto jednego polimeru lub wielu polimerów organicznych.

Asfalt specjalny (*ang. Special bitumen*)

Asfalt wytworzony w specjalnych procesach i z tak dobranych surowców, aby uzyskać określone i pożądane właściwości spełniające zastrzeżone wymagania w drogownictwie lub przemyśle. Dotyczy to również asfaltów o wysokim module sztywności, asfaltów nadających się do zemulgowania, nadających się do barwienia, odpornych na paliwa itd.

Asfalt wielorodzajowy (*ang. Multigrade bitumen*)

Asfalt specjalny charakteryzujący się dodatnią wartością Indeksu Penetracji Ip, stosowany w budownictwie drogowym. W projekcie normy prEN 13924-2 do asfaltów wielorodzajowych, górną granicą wartości Ip jest 2,0.

Inne asfalty i surowce

Asfalt przemysłowy (*ang. Industrial bitumen*)

Asfalt stosowany do innych celów niż budowa i utrzymanie nawierzchni drogowych, zwykle do produkcji innych wyrobów, w tym wyrobów hydroizolacyjnych.

Asfalt utleniony (*ang. Oxidised bitumen*)

Asfalt, którego właściwości reologiczne zostały w znacznym stopniu zmodyfikowane w wyniku reakcji z powietrzem w podwyższonej temperaturze. W literaturze technicznej czasami (choć rzadko) stosuje się określenie „asfalty dmuchane”. Wg definicji Eurobitume z 2011 r. są to lepiszcza asfaltowe których Indeks Penetracji jest większy od 2,0.

Asfalt podtleniony (*ang. air-rectified or semi-blown bitumen*)

Asfalt, którego właściwości reologiczne zostały zmodyfikowane w wyniku reakcji z powietrzem w podwyższonej temperaturze. Wg definicji Eurobitume z 2011 r. są to lepiszcza asfaltowe których Indeks Penetracji jest mniejszy lub równy 2,0.

Asfalt przemysłowy twardy (*ang. Hard industrial bitumen*)

Asfalt do zastosowań przemysłowych, charakteryzujący się twardością i kruchością w temperaturze otoczenia.

Fluks (*ang. Flux / cut-back solvent*)

Ciecz dodawana do innej cieczy celem obniżenia lepkości. Termin ten obejmuje ciecze uzyskiwane z różnych surowców włączając w to oleje mineralne lub np. oleje roślinne.

Olej fluksowy (*ang. Flux or flux oil*)

Stosunkowo nietłota ciecz (olej) stosowany w produkcji asfaltów fluksowanych.

Rozpuszczalnik do asfaltów upłynnionych (*ang. Solvent for cut-back*)

Stosunkowo lotny rozpuszczalnik stosowany w produkcji asfaltów upłynnionych.

Asfalt upłynniony (*ang. Cut-back bitumen*)

Asfalt, którego lepkość została obniżona przez dodanie stosunkowo lotnego rozpuszczalnika.

Asfalt upłynniony rozpuszczalnikiem z ropy naftowej (*ang. Petroleum cut-back bitumen*)

Asfalt, którego lepkość została obniżona przez dodanie rozpuszczalnika uzyskanego z ropy naftowej (np. benzyny lądowej lub nafty).

Asfalt fluksowany (*ang. Fluxed bitumen*)

Asfalt, którego lepkość została obniżona przez dodanie oleju fluksowego.

Asfalt fluksowany bio-fluksem (*ang. Bio-fluxed bitumen*)

Asfalt, którego lepkość została obniżona przez dodanie oleju fluksowego pochodzącego ze źródeł roślinnych lub zwierzęcych.

Asfalt fluksowany fluksem węglowym (*ang. Carbochemical fluxed bitumen*)

Asfalt, którego lepkość została obniżona przez dodanie oleju fluksowego pochodzącego z produktów smoły węglowej (z pirolizy węgla).

Asfalt fluksowany fluksem z ropy naftowej (*ang. Petroleum fluxed bitumen*)

Asfalt, którego lepkość została obniżona przez dodanie oleju fluksowego pochodzącego z ropy naftowej.

Emulsje

Emulsja (*ang. Emulsion*)

Dyspersja jednej cieczy w drugiej cieczy, wzajemnie nie mieszających się. Dyspersja ta jest termodynamicznie metastabilna.

Emulsja asfaltowa (*ang. Bituminous emulsion*)

Emulsja, w której fazą zdyspergowaną jest asfalt. Fazą ciągłą jest woda lub roztwór wodny, o ile nie ustalono inaczej. Powyższy termin obejmuje także emulsje, w których zdyspergowana faza zawiera niewielką ilość stosunkowo lotnego fluksu, otrzymanego z ropy naftowej, który został dodany w celu łatwiejszego zemulgowania i/lub poprawy właściwości użytkowych.

Anionowa emulsja asfaltowa (*ang. Anionic bituminous emulsion*)

Emulsja, w której emulgator nadaje ujemne ładunki cząsteczkom zdyspergowanego asfaltu.

Kationowa emulsja asfaltowa (*ang. Cationic bituminous emulsion*)

Emulsja, w której emulgator nadaje dodatnie ładunki cząsteczkom zdyspergowanego asfaltu.

Mieszanki mineralno-asfaltowe

Mieszanka mineralno-asfaltowa (*ang. Asphalt*)

Mieszanina kruszywa mineralnego i lepiszcza asfaltowego. Może być produkowana na gorąco, na ciepło i na zimno.

Beton asfaltowy (*ang. asphalt concrete AC*)

Mieszanka wg PN-EN 13108-1, stosowana do wszystkich warstw asfaltowych, o ciągłym lub nieciągłym uziarnieniu mieszanki mineralnej pracującej na zasadzie wzajemnego klinowania się ziaren.

Mieszanka mastyksowo-grysowa SMA (ang. Stone Mastic Asphalt SMA)

Mieszanka wg PN-EN 13108-5, stosowana do warstw ścieralnych, wiążących i wyrównawczych, o nieciągłym uziarnieniu mieszanki mineralnej i silnym szkielecie grysowym wypełnionym mastyksem.

Asfalt Porowaty (ang. Porous asphalt PA)

Mieszanka wg PN-EN 13108-7, stosowana do warstw ścieralnych (lub kombinacji warstw: ścieralna + wiążąca), o nieciągłym uziarnieniu mieszanki mineralnej i silnym szkielecie grysowym. Cechą szczególną jest duża zawartość wolnych przestrzeni w postaci połączonych pustek w mieszance, umożliwiających przepływ wody i powietrza w celu osiągnięcia dobrego odprowadzania wody i tłumienia hałasu.

Asfalt lany (ang. Mastic Asphalt MA)

Mieszanka wg PN-EN 13108-6, stosowana do warstw ścieralnych, wiążących i ochronnych na obiektach inżynierskich. Charakteryzuje się dużą ilością lepiszcza i wypełniacza, przy czym lepiszcze wypełnia wszystkie dostępne wolne przestrzenie w mieszance.

Mieszanka do cienkich warstw na gorąco (ang. Asphalt Concrete for Very Thin Layer – BBTM)

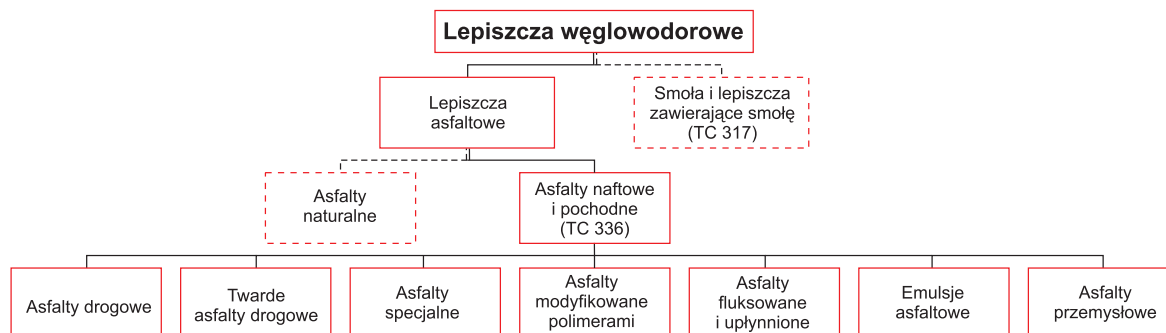
Mieszanka wg PN-EN 13108-3, stosowana do warstw ścieralnych o grubości od 20 do 30 mm, o nieciągłym uziarnieniu mieszanki mineralnej, silnym szkielecie grysowym i otwartej teksturze powierzchniowej.

Mieszanka do ultra-cienkich warstw na gorąco (ang. Asphalt for Ultra-thin layers – AUTL)

Mieszanka wg PN-EN 13108-9, stosowana do warstw ścieralnych o grubości od 10 do 20 mm, o nieciągłym uziarnieniu mieszanki mineralnej, silnym szkielecie grysowym i otwartej teksturze powierzchniowej.

Na rys. 2.1. przedstawiono schemat podziału lepiszczy wg prEN 12597 z 2012 r. Jak widać, jest on inny, niż używany dotychczas w polskim drogownictwie. Można także uznać, że nowy podział lepiszczy jest zgodny z ich chemiczną naturą.

W naszej krajowej terminologii uznawaliśmy do tej pory, że *lepiszcza bitumiczne* obejmują zarówno lepiszcza asfaltowe, jak i smołowe. Widzimy, że według prEN 12597 taką rolę pełni pojęcie *lepiszcza węglowodorowe*. Wydaje się zatem, że **pojęcie *nawierzchnie bitumiczne*, które w Polsce oznacza nawierzchnie albo z asfaltem, albo ze smołą, staje się „normowo” nieaktualne**. Teoretycznie rzecz ujmując, powinniśmy teraz stosować szerokie pojęcie *nawierzchni z lepiszczem węglowodorowym*, ponieważ **nawierzchnie bitumiczne to takie nawierzchnie, które zawierają asfalt naftowy lub asfalt naturalny (lub ich mieszaniny), ale nie zawierają smoły**.



Rys. 2.1. Podział lepiszczy wg definicji projektu normy prEN 12597, wersja z 2012 r.

Rozdział 3

PODSTAWOWE WŁAŚCIWOŚCI I BADANIA ASFALTÓW

3.1. Wprowadzenie

W niniejszym rozdziale zebrano i krótko omówiono najważniejsze właściwości i metody badania stosowane do opisu lepiszczy asfaltowych. W zamierzeniu autorów zamieszczone opisy powinny pomóc Czytelnikowi w analizie dokumentów normowych oraz technicznych.

Fotografie zamieszczone w rozdziale zostały wykonane w laboratorium akredytowanym należącym do ORLEN Laboratorium sp. z o.o. w Płocku, które obsługuje kontrolę produkcji asfaltów.

3.2. Właściwości podstawowe

3.2.1. Penetracja w 25°C

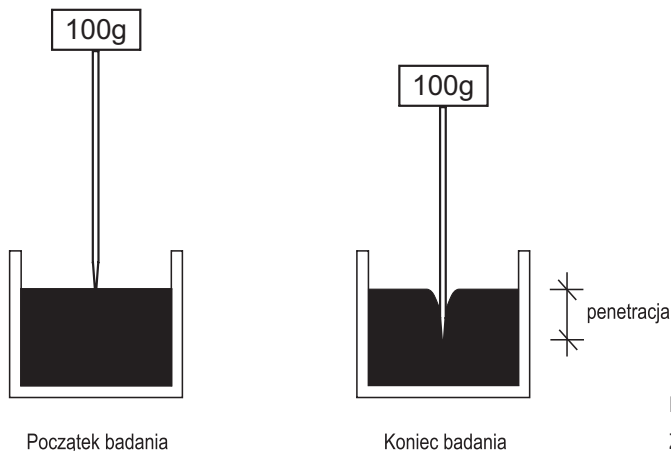
W normalizacji europejskiej od wielu lat podstawowym sposobem klasyfikacji lepiszczy asfaltowych jest pomiar penetracji w 25°C.

Badanie polega na pomiarze konsystencji asfaltu wyrażonej w sposób umowny jako głębokość zagłębienia znormalizowanej stalowej igły wnikającej pionowo w próbkę asfaltu w określonej temperaturze. Obciążenie igły wynosi 100 g, a czas obciążenia jest równy 5 sekund. Jednostką penetracji jest [0,1 mm], tj. głębokość zagłębienia igły w próbce asfaltu. Interpretacja wyników jest łatwa, np. wiemy, że asfalt o penetracji 200 [0,1 mm] jest bardziej miękki od asfaltu o penetracji 100 [0,1 mm], ponieważ w tym pierwszym igła zagłębiła się na 20 mm, a w drugim na 10 mm. Ogólnie więc, im większa penetracja, tym bardziej miękki asfalt.

Badanie można wykonać w różnych temperaturach, chociaż do celów klasyfikacyjnych asfaltu przyjęto 25°C.

Badanie penetracji wykonywane jest zgodnie z normą PN-EN 1426 *Asfalty i produkty asfaltowe. Oznaczanie penetracji igłą*.

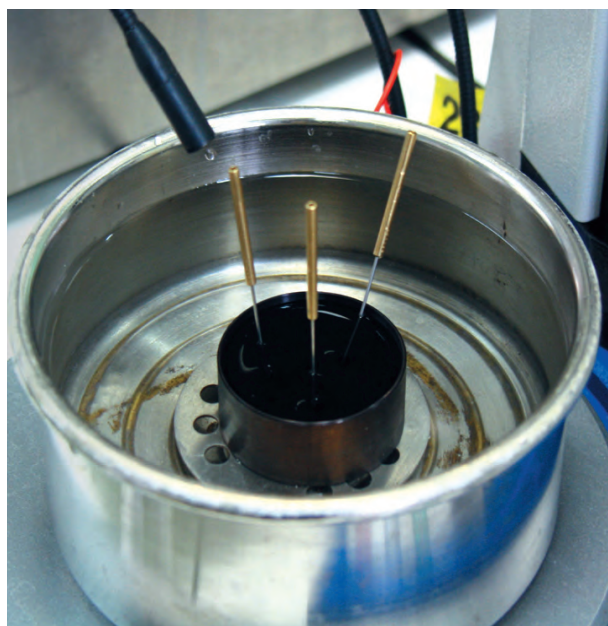
Na rys. 3.1. przedstawiono zasadę pomiaru penetracji.



Rys. 3.1.
Zasada wykonywania badania penetracji



Rys. 3.2. Widok ogólny aparatu do badania penetracji z umieszczoną próbką asfaltu (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)



Rys. 3.3. Widok próbki asfaltu po wykonaniu badania (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

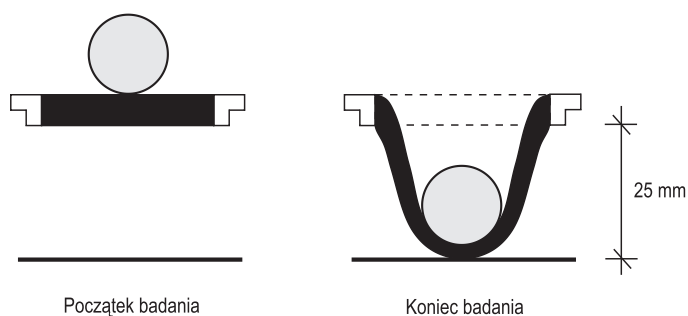
3.2.2. Temperatura mięknięcia

Temperatura mięknięcia określa właściwości asfaltu w tzw. wysokiej temperaturze eksploatacji oraz stanowi, w przybliżeniu – umowną, górną granicę stanu lepko-sprężystego.

Istotą wykonania badania jest wyznaczenie „umownej” temperatury, przy której asfalt osiągnie określoną konsystencję. Badanie temperatury mięknięcia asfaltu najczęściej wykonuje się metodą „pierścienia i kuli”, w skrócie PiK.

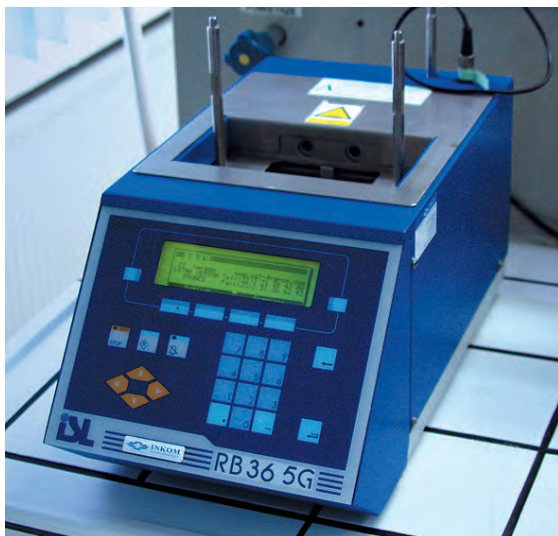
Dwie próbki asfaltu umieszczone w metalowych pierścieniach ogrzewane są w sposób kontrolowany w cieczy (woda destylowana dla przewidywanego PiK od 28 do 80°C, gliceryna dla PiK od 80 do 150°C) znajdującej się w szklanej zlewce, przy czym każdy z pierścieni wypełnionych asfaltem podtrzymuje stalową kulkę. Za temperaturę mięknięcia przyjmuje się średnią temperaturę, w których obydwie krążki asfaltu zmiękną na tyle, aby każda z kulek otoczona asfaltem, pokonując opór asfaltu pokonała odległość $25,0\text{mm} \pm 0,4\text{mm}$. Jednostką wyniku badania temperatury mięknięcia jest [°C].

Badanie temperatury mięknięcia PiK (czytaj: metodą „Pierścienia i Kuli”) wykonywane jest zgodnie z normą PN-EN 1427 *Asfalty i produkty asfaltowe. Oznaczanie temperatury mięknięcia. Metoda Pierścień i Kula*.

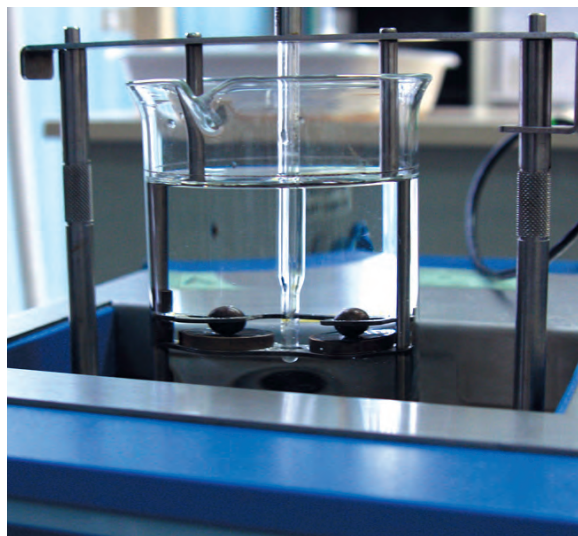


Rys. 3.4. Zasada wykonywania badania temperatury mięknięcia PiK

A

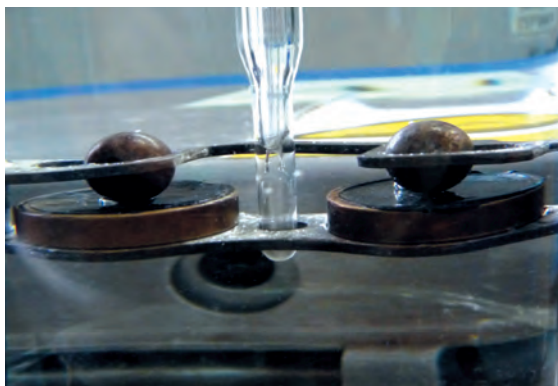


B



Rys. 3.5. Widok ogólny aparatury do badania temperatury mięknięcia PiK metodą automatyczną z umieszczoną próbką asfaltu (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

A



B



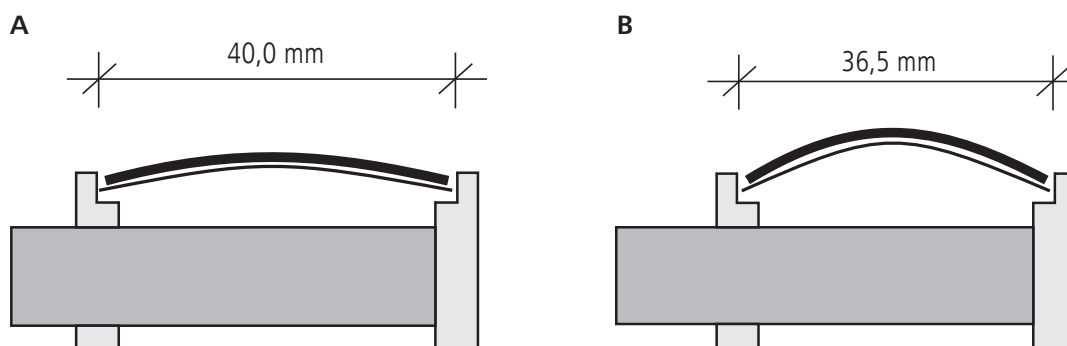
Rys. 3.6. Widok próbki asfaltu przed (A) i po wykonaniu badania (B) (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

3.2.3. Temperatura łamliwości, metoda Fraassa

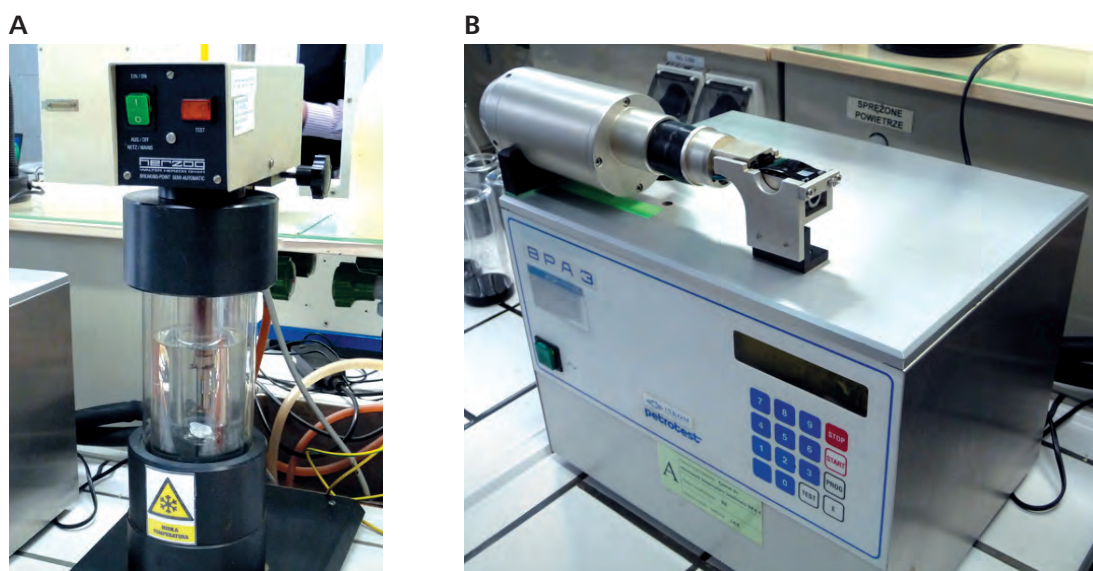
Temperatura łamliwości określa niskotemperaturowe właściwości asfaltu oraz, w przybliżeniu – umowną, dolną granicę stanu lepko-sprężystego.

Badanie temperatury łamliwości wykonywane jest zgodnie z normą PN-EN 12593 *Asfalty i produkty asfaltowe. Oznaczanie temperatury łamliwości Fraassa*. Wykonanie badania metodą zaproponowaną przez A. Fraassa polega na wyznaczeniu temperatury, przy której ulegnie pęknięciu warstewka asfaltu o grubości 0,5 mm rozłożona na cienkiej, stalowej płytce o wymiarach 20x41 mm umieszczonej w aparacie opisanym poniżej.

Próbka asfaltu na płytce umieszczona jest w aparacie i jest poddawana cyklicznemu mechanicznemu wyginaniu i odprężaniu. Proces wyginania następuje co 1°C podczas jednostajnego obniżania temperatury powietrza wokół próbki, wynoszącego 1°C/minutę. Po każdorazowym wygięciu płytki obserwuje się warstwę asfaltu na próbce i notuje ewentualne powstawanie pęknięć. Badanie kończy się w chwili zaobserwowania pierwszego widocznego pęknięcia próbki. Jednostką wyniku badania temperatury łamliwości Fraassa jest [°C].



Rys. 3.7. Zasada wykonywania badania temperatury łamliwości Fraassa, a) płytka z asfaltem przed wygięciem b) płytka z asfaltem po wygięciu – moment sprawdzenia, czy pojawiły się pęknięcia asfaltu



Rys. 3.8. Widok ogólny aparatury do badania temperatury łamliwości Fraassa z umieszczoną próbką asfaltu, (A) aparat półautomatyczny, (B) aparat automatyczny (fot. ORLEN Asfalt sp. z o.o. dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)



Rys. 3.9. Widok próbki asfaltu na płytce założonej na aparat półautomatyczny po wykonaniu badania – widoczne pęknięcie warstwy asfaltu (fot. ORLEN Asfalt sp. z o.o. dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

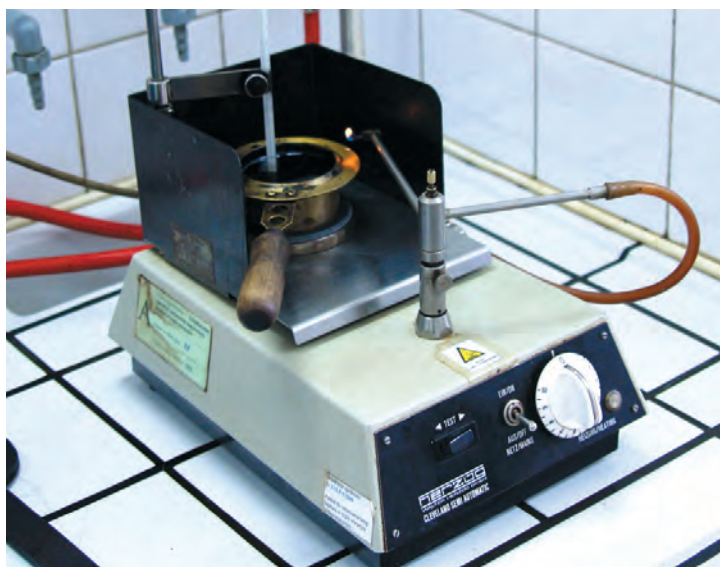
Od wielu lat przydatność metody Fraassa jest kwestionowana, jako metody nie mającej przełożenia na rzeczywiste zachowanie asfaltu w nawierzchni w okresie zimowym. Dlatego w wielu krajach, np. w USA, stosuje się obecnie metodę BBR (patrz p. 3.4.5.) lub też pracuje nad nowymi metodami badania właściwości niskotemperaturowych lepiszczy (metoda ABCD i inne).

3.2.4. Temperatura zapłonu, metoda Clevelanda

Badanie temperatury zapłonu należy do grupy badań związanych z bezpieczeństwem stosowania lepiszczy asfaltowych. Dzięki tej metodzie można sprawdzić, czy lepiszcze nie zawiera palnych, lotnych składników.

Badanie temperatury zapłonu wykonywane jest zgodnie z normą PN-EN ISO 2592 *Oznaczanie temperatury zapłonu i palenia. Metoda otwartego tygla Clevelanda*. Istotą wykonania badania jest wyznaczenie temperatury, przy której nastąpi chwilowy zapłon par próbki asfaltu w otwartym naczynku (tyglu).

Przed rozpoczęciem badania notuje się wartość ciśnienia atmosferycznego otoczenia odczytana z laboratoryjnego barometru. Tygiel z próbką asfaltu jest wstępnie ogrzewany z prędkością przyrostu temperatury $14 \div 17$ °C/min. Gdy temperatura próbki będzie około 56°C niższa od przewidywanej temperatury zapłonu zmniejsza się ogrzewanie asfaltu tak, aby przyrost temperatury przez ostatnie 23°C wynosił $5 \div 6$ °C/min. W tym czasie rozpoczyna się przesuwanie płomyka testowego nad powierzchnią asfaltu w tyglu do chwili, gdy przyłożenie płomyka spowoduje zapłon par i rozprzestrzenianie się płomienia nad powierzchnią asfaltu. Temperaturę zapłonu wyrażoną w [°C] oznaczoną pod ciśnieniem atmosferycznym otoczenia koryguje się do standardowego ciśnienia atmosferycznego stosując odpowiednie równanie matematyczne.



Rys. 3.10. Widok ogólny aparatury do badania temperatury zapłonu metodą otwartego tygla Clevelanda
(fot. ORLEN Asfalt sp. z o.o. dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

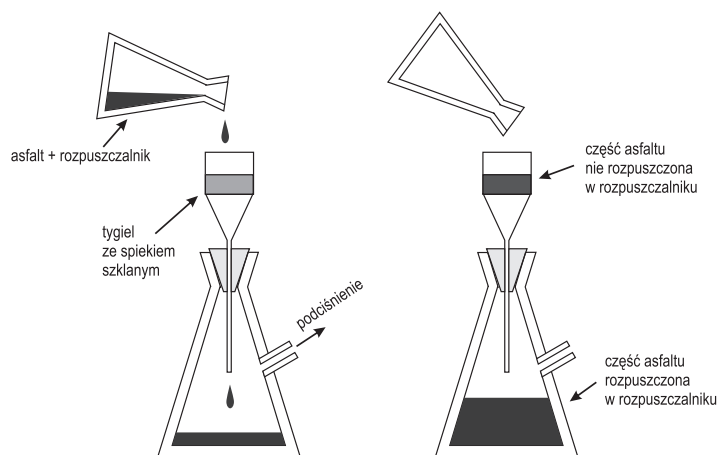
Istnieje jedna metoda oznaczania temperatury zapłonu w tzw. tyglu zamkniętym metodą Martensa-Pensky'ego (PN-EN ISO 2719:2007). Wyniki z tej metody zazwyczaj są niższe niż uzyskane z badania w tyglu otwartym Clevelanda.

3.2.5. Rozpuszczalność

Przy pomocy tego badania sprawdza się, czy lepiszcze zawiera zanieczyszczenia stałe.

Badanie rozpuszczalności wykonywane jest zgodnie z normą PN-EN 12592 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie rozpuszczalności*. Istotą wykonania badania jest wyznaczenie w ujęciu procentowym (do całej próbki asfaltu) tej części masy asfaltu, która zostaje rozpuszczona w określonym rozpuszczalniku.

Próbka asfaltu jest rozpuszczana w rozpuszczalniku i przesączana przez warstwę proszku szklanego ze spieku w tyglu. Nerozpuszczony materiał z asfaltu przemywa się, suszy i waży. Następnie oblicza się wynik rozpuszczalności wyrażonego jako procent masy części rozpuszczonej asfaltu w stosunku do masy całej próbki [% m/m].



Rys. 3.11. Zasada wykonywania badania rozpuszczalności



Rys. 3.12.

Widok ogólny przyrządów do badania rozpuszczalności (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)



Rys. 3.13.

Widok próbki asfaltu przed i po wykonaniu badania (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

Dane o rozpuszczalności asfaltu mogą służyć do oceny zanieczyszczenia asfaltu ciałami stałymi, np. koksem oraz do określenia wartości „T” wg punktu A.4., czyli do obliczenia zawartości asfaltu rozpuszczalnego po ekstrakcji mieszanki mineralno-asfaltowej według PN-EN 12697-1 *Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 1: Zawartość lepiska rozpuszczalnego*.

Wyniki badań rozpuszczalności asfaltów podano w rozdziale 11.

3.2.6. Zakres plastyczności

Zakres plastyczności (lub przedział plastyczności) jest to różnica pomiędzy temperaturą mięknięcia a temperaturą tąpliwości wg Fraassa [°C]. Z definicji, zakres plastyczności jest to zakres temperaturowy, w którym lepiskie asfaltowe zachowuje właściwości lepko-sprężyste.

Z punktu widzenia użytkownika lepiska, klasyczna teoria asfaltowa kładzie nacisk na jak największą wartość tego zakresu – czyli możliwie najniższą wartość temperatury tąpliwości i najwyższą temperaturę mięknięcia. We współczesnych badaniach, przydatność temperatury tąpliwości i temperatury mięknięcia jest dość często kwestionowana. Zamiast nich wskazuje się np. badania w reometrze DSR i reometrze zginanej belki BBR, jako bardziej adekwatne do opisu właściwości lepisk (patrz p. 3.4.5-3.4.7).

A więc:

$$\text{Zakres plastyczności} = T_{PiK} - T_{Fraass}$$

Podanie zakresu plastyczności wymagane jest w specyfikacji dla asfaltów modyfikowanych polimerami, załącznik krajowy NA do normy PN-EN 14023:2011.

3.2.7. Indeks penetracji I_p

Indeks penetracji I_p jest miarą wrażliwości termicznej asfaltu i jest obliczany za pomocą równania na podstawie znanej wartości penetracji w 25°C (100g, 5s), oznaczonej zgodnie z PN-EN 1426 i temperatury mięknięcia oznaczonej zgodnie z PN-EN 1427. Indeks penetracji jest wielkością bezwymiarową [–]. Im niższy Indeks Penetracji, tym lepiskie jest szybciej zmienia swoją konsystencję wraz ze zmianami temperatury (charakteryzuje się większą wrażliwością termiczną).

Obliczenie Indeksu Penetracji wg PN-EN 12591 opiera się na założeniu, że asfalt ma w temperaturze mięknięcia PiK penetrację równą 800 [0,1 mm].

I_p oblicza się na podstawie równania podanego w Załączniku A do normy PN-EN 12591.

$$I_p = \frac{20 \times t_{PiK} + 500 \times \lg P - 1952}{t_{PiK} - 50 \times \lg P + 120}$$

t_{PiK} – temperatura mięknięcia PiK w [°C];

$\lg P$ – logarytm dziesiętny z wartości penetracji w 25°C [0,1 mm].

3.2.8. Lepkość

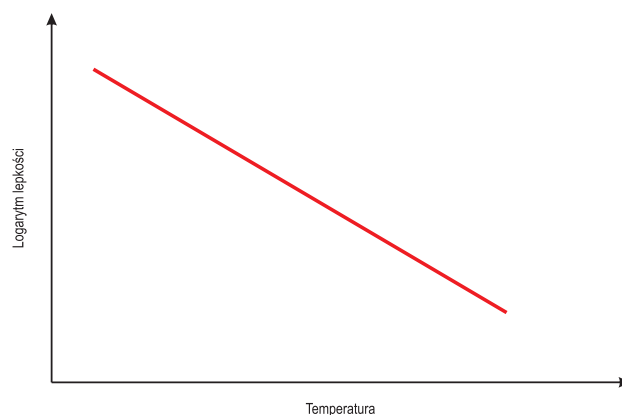
Lepkość asfaltów jest jedną z ważniejszych właściwości technologicznych i użytkowych. Istnieje wiele definicji lepkości oraz metod jej badania. W niniejszym punkcie przedstawiono w uporządkowanej formie krótki opis zjawiska lepkości, niezbędne definicje i przeliczniki, oraz przybliżono różne metody badań.

Asfalty należą do skomplikowanych reologicznie rodzajów cieczy. Ich lepkość może się zmieniać w zależności od:

- zmiany temperatury,
- szybkości ścinania,
- czasu trwania badania,
- rodzaju metody,
- układu pomiarowego zastosowanego w metodzie.

Innymi słowy oznacza to, że **porównywalność wyników lepkości uzyskiwanych różnymi metodami może być zachowana jedynie pod warunkiem spełnienia ściśle określonych warunków pomiarowych (odpowiednio dobrane temperatury, układy pomiarowe, prędkości ścinania, czas badania)**. W innych przypadkach porównywanie i zamienne stosowanie wyników lepkości jest nieprawidłowe i może prowadzić do uzyskiwania błędnych wniosków.

Opór ciała płynnego wobec wszelkich nieodwracalnych zmian położenia jego elementów objętościowych nazywamy lepkością [13]. W odniesieniu do asfaltów pojęcie lepkości można zdefiniować jako tarcie wewnętrzne między cząsteczkami przy przesuwaniu się jednej warstwy asfaltu względem drugiej. Im wyższa temperatura asfaltu, tym mniejsza jest jego lepkość [1]. Z tej zależności wyznacza się temperatury pompowania asfaltu, otaczania nim kruszywa i zagęszczania nawierzchni. Na rysunku 3.14. przedstawiono schematycznie zależność lepkości asfaltu od temperatury.



Rys. 3.14. Zależność lepkości asfaltu od temperatury

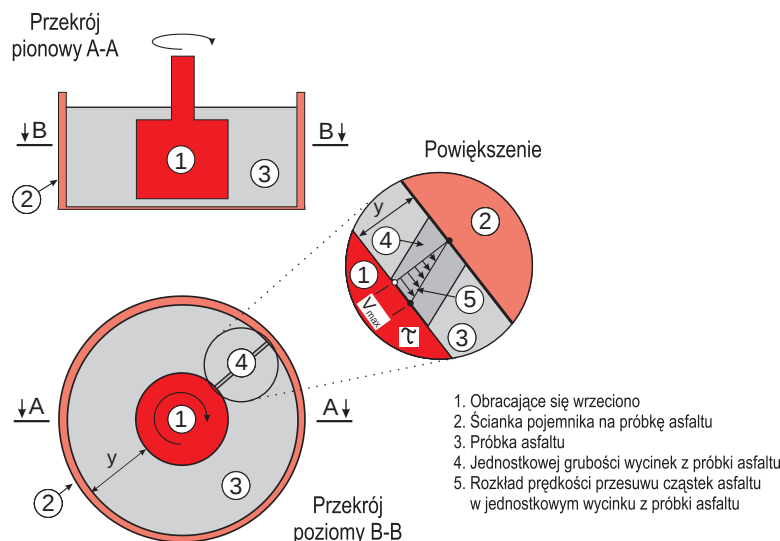
3.2.8.1. Zasada pomiaru lepkości

Izaak Newton pierwszy sformułował podstawową zasadę, nazywaną prawem lepkości Newtona, która wyraża się następującym równaniem [13]:

$$\tau = \eta \cdot \gamma$$

naprężenie ścinające = lepkość · szybkość ścinania

Model obracającego się wrzeciona zanurzonego w pojemniku z próbką asfaltu przedstawiony na rysunku 3.15. pozwala zdefiniować zarówno naprężenie ścinające jak i szybkość ścinania.



Rys. 3.15. Model obracającego się wrzeciona zanurzonego w pojemniku z próbką asfaltu

$$\text{naprężenie ścinające} \Rightarrow \tau = \frac{F}{A} = \left[\frac{N}{m^2} \right] = Pa [paskal]$$

$$\text{szybkość ścinania} \Rightarrow \gamma = \frac{V_{\max}}{y} [s^{-1}]$$

3.2.8.2. Rodzaje lepkości i zależności między nimi

Lepkość dynamiczna jest to stosunek naprężenia ścinającego do prędkości ścinania. Lepkość dynamiczna jest miarą oporu przepływu cieczy i jest ona zazwyczaj nazywana lepkością cieczy [3, 4, 5, 6].

$$\text{lepkość dynamiczna} \Rightarrow \eta = \frac{\tau}{\gamma} = \left[\frac{N}{m^2} \cdot s \right] = [Pa \cdot s]$$

Jednostką lepkości dynamicznej w systemie SI jest „paskal · sekunda” [Pa·s]. Często używana jest także jednostka „milipaskal · sekunda” [mPa·s] [1]

$$1 Pa \cdot s = 1000 mPa \cdot s$$

Dawniej stosowano jednostki lepkości dynamicznej w systemie CGS to „puazy” (fr. poise) [P] nazwane tak na część francuskiego fizyka Jeana L. M. Poiseuille’a [9]:

$$1 Pa \cdot s = 10 P$$

stosowane były także „centypuazy” [cP]:

$$1 P = 100 cP$$

Lepkość kinematyczna nazywana też kinetyczną jest to stosunek lepkości dynamicznej do gęstości cieczy. Lepkość kinematyczna jest miarą oporu przepływu cieczy pod wpływem sił grawitacji [14, 15, 16, 17]. Lepkość kinematyczna i dynamiczna są zatem związane między sobą.

$$\text{lepkość kinematyczna} \Rightarrow \nu = \frac{\eta}{\rho} = \left[\frac{m^2}{s} \right]$$

$$\text{gęstość} \Rightarrow \rho = \frac{kg}{m^3} = \left[\frac{N \cdot s^2}{m^4} \right]$$

Jednostką lepkości kinematycznej jest „metr²/sekunda” [m²/s]. Często używana jest także jednostka „mili-metr²/sekunda” [mm²/s]:

$$1 m^2 / s = 1\,000\,000 \text{ mm}^2 / s$$

Dawniej stosowano jednostki lepkości kinematycznej jako „Stokes” [St] lub „Centystokesy” [cSt] nazwane tak na cześć irlandzkiego fizyka George Gabriela Stokes’a [9]:

$$1 \text{ St} = 100 \text{ cSt} \quad \text{oraz} \quad 1 \text{ St} = 1 \frac{cm^2}{s}$$

„Centystokesy” są równoważne z „milimetr²/sekunda”

$$1 \text{ mm}^2 / s = 1 \text{ cSt}$$

3.2.8.3. Metody badań lepkości

Badania lepkości wykonuje się różnymi metodami i przyrządami, często również w różnych temperaturach. Najczęściej badania asfaltów wykonuje się w 60, 90 i 135°C, co ma odpowiadać określonej temperaturze technologicznej (eksploatacji, wałowania i pompowania). W ORLEN Asphalt często wykonuje się także badanie w 160°C lub 180°C, o ile badanie dotyczy asfaltu modyfikowanego.

Poniżej przedstawiono charakterystykę aparatury badawczej i zasady wykonywania badań lepkości kinematycznej i dynamicznej wg wybranych popularnych metod:

- badania lepkości kinematycznej za pomocą lepkościomierza typu BS/IP/RF,
- badania lepkości dynamicznej metodą próżniowej kapilary Cannon-Manning,
- badania lepkości dynamicznej metodą stożek płaszczyzna za pomocą reometru,
- badania lepkości dynamicznej za pomocą lepkościomierza obrotowego Brookfielda.

Badanie lepkości kinematycznej za pomocą lepkościomierza typu BS/IP/RF

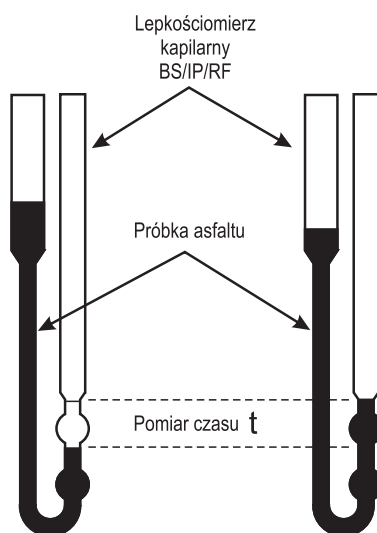
Widok ogólny lepkościomierza kapilarnego typu BS/IP/RF oraz aparatury, w której przeprowadzane jest badanie przedstawiono na rysunku 3.16.



Rys. 3.16.

Widok lepkościomierza kapilarnego typu BS/IP/RF oraz aparatury w której przeprowadzane jest badanie lepkości kinematycznej (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o., dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

Badanie lepkości kinematycznej za pomocą lepkościomierza typu BS/IP/RF wykonywane jest zgodnie z normą PN-EN 12595 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie lepkości kinematycznej*. Istotą wykonania badania jest wyznaczenie czasu przepływu określonej objętości cieczy przez szklaną kapilarę wzorcowanego lepkościomierza, w ustalonej temperaturze pomiaru (czasu wypływu) [14] Zasadę wyznaczania czasu pomiaru przedstawiono na rysunku nr 3.17.



Rys. 3.17. Zasada wyznaczania czasu pomiaru w lepkościomierzu kapilarnym typu BS/IP/RF

Lepkość kinematyczna jest obliczana jako iloczyn czasu wypływu wyrażonego w sekundach i stałej wzorcowania lepkościomierza wg następującego równania [14]:

$$\nu = C \cdot t \text{ [mm}^2 / \text{s]}$$

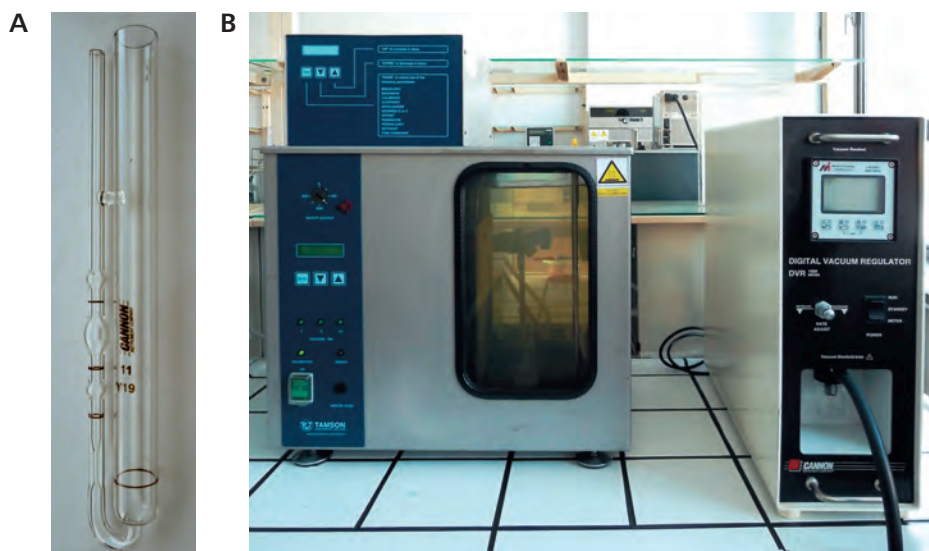
w którym:

C – stała wzorcowania lepkościomierza wyrażona w [mm²/s²]

t – czas wypływu wyrażony w [s]

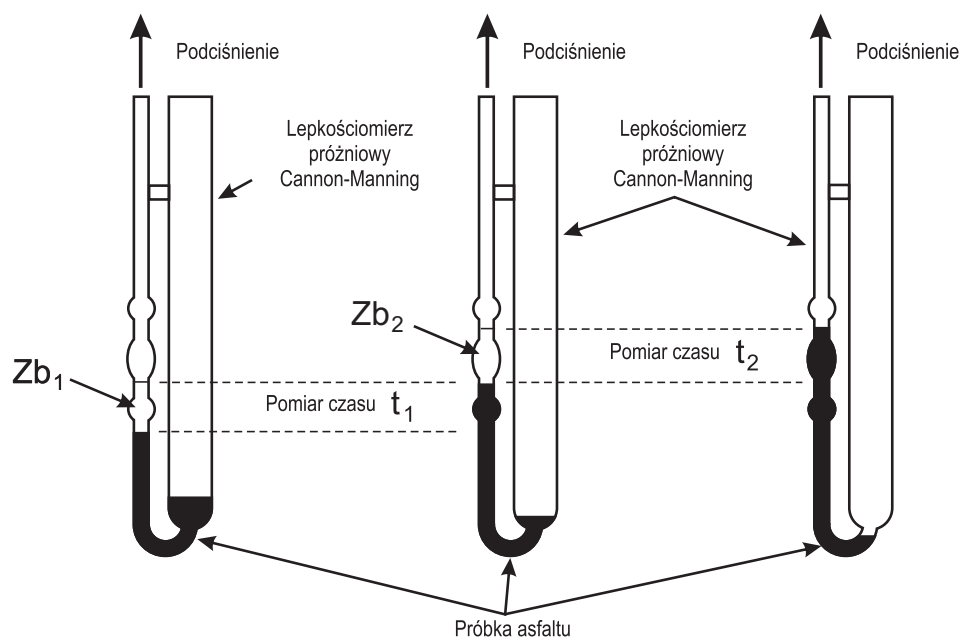
Badanie lepkości dynamicznej za pomocą lepkościomierza próżniowego Cannon-Manning

Badanie lepkości dynamicznej wykonywane jest zgodnie z normą PN-EN 12596 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie lepkości dynamicznej metodą próżniowej kapilary*. Badanie lepkości dynamicznej metodą próżniowej kapilary wg PN-EN 12596 opiera się na wykorzystaniu zjawiska różnicy w czasie przepływu asfaltów o różnej lepkości przez kapilarę o ustalonych warunkach podciśnienia i temperatury. Znając czas przepływu ustalonej objętości asfaltu oraz współczynnik wzorcowania lepkościomierza można wyznaczyć lepkość dynamiczną za pomocą odpowiednich równań. Widok ogólny lepkościomierza próżniowego Cannon-Manning oraz aparatury, w której przeprowadzane jest badanie przedstawiono na rysunku 3.18.



Rys. 3.18. Widok ogólny lepkościomierza próżniowego Cannon-Manning (A) oraz aparatury w której przeprowadzane jest badanie lepkości dynamicznej (B) (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o., dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

Istotą wykonania badania jest wyznaczenie czasów przepływów t_1 i t_2 określonej objętości cieczy metodą próżniową przez kapilarę w ustalonych warunkach podciśnienia oraz temperatury [15]. Zasadę wyznaczania czasów pomiaru przedstawiono na rysunku nr 3.19.



Rys. 3.19. Zasada wyznaczania czasu pomiaru w lepkościomierzu próżniowym Cannon-Manning

Lepkość dynamiczna jest obliczana jako średnia arytmetyczna iloczynów czasów przepływów wyrażonych w sekundach t_1 i t_2 i odpowiednich współczynników wzorcowania lepkościomierza wg następujących równań [15]:

$$\eta_1 = K_1 \cdot t_1 [Pa \cdot s]$$

$$\eta_2 = K_2 \cdot t_2 [Pa \cdot s]$$

$$\eta = \frac{\eta_1 + \eta_2}{2} [Pa \cdot s]$$

w których:

η_1, η_2 – lepkości dynamiczne obliczone na podstawie czasów przepływów przez zbiorniki Zb₁ i Zb₂

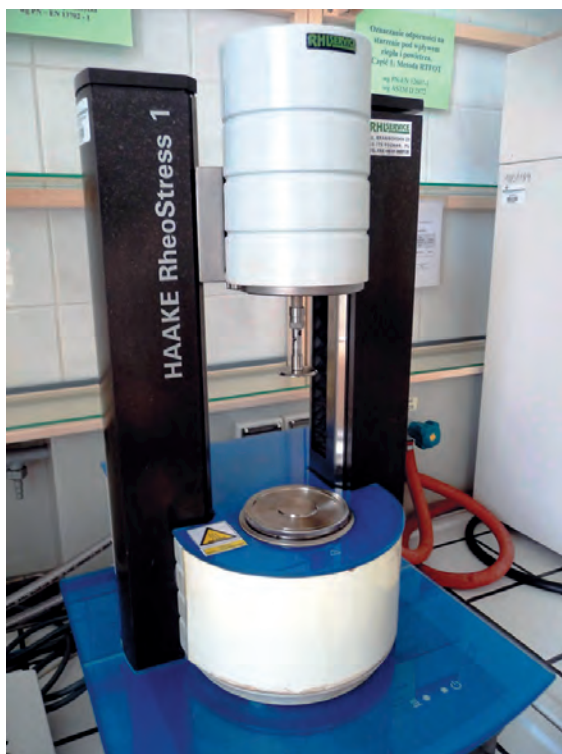
K_1, K_2 – wybrane współczynniki wzorcowania zbiorników Zb₁ i Zb₂ wyrażone w [Pa]

t_1, t_2 – czasy przepływu przez zbiorniki Zb₁ i Zb₂ wyrażone w [s]

η – lepkości dynamiczna wyznaczona w lepkościomierzu próżniowym Cannon-Manning

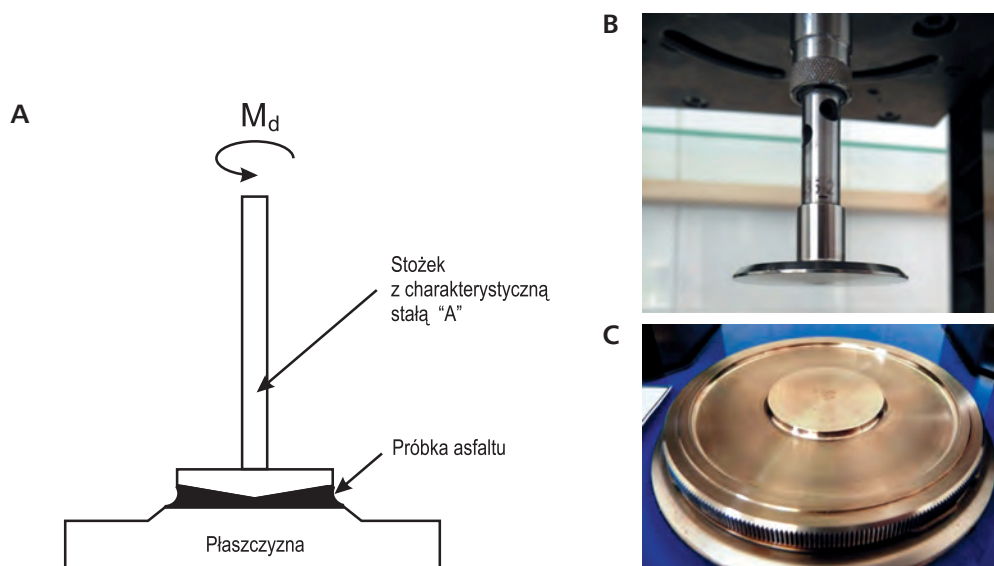
Badanie lepkości dynamicznej metodą stożek płaszczyzna za pomocą reometru

Badanie lepkości dynamicznej metodą stożek płaszczyzna za pomocą reometru wykonywane jest zgodnie z normą PN-EN 13702-1 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie lepkości dynamicznej asfaltów modyfikowanych. Część 1: Metoda stożek płaszczyzna*. Widok ogólny reometru do badania m.in. lepkości dynamicznej metodą stożek płaszczyzna przedstawiono na rysunku 3.20.



Rys. 3.20. Widok ogólny reometru do badania m.in. lepkości dynamicznej metodą stożek płaszczyzna
(fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o., dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

Istotą wykonania badania jest wyznaczenie momentu obrotowego w zadanej, z góry ustalonej szybkości ścinania [16]. Schemat układu pomiarowego oraz widok ogólny jego elementów składowych przedstawiono na rysunku nr 3.21.



Rys. 3.21. Schemat układu pomiarowego z umieszczoną próbką asfaltu w trakcie badania (A) oraz widok ogólny jego elementów składowych – stożka (B) i płaszczyzny (C)

Na podstawie znanej wielkości momentu obrotowego oraz współczynnika stożka aparatura pomiarowa oblicza wynik lepkości wg następującego równania [16]:

$$\eta = \frac{A \cdot M_d}{\gamma} [Pa \cdot s]$$

w którym:

A – współczynnik stożka wyrażony w $[m^{-3}]$

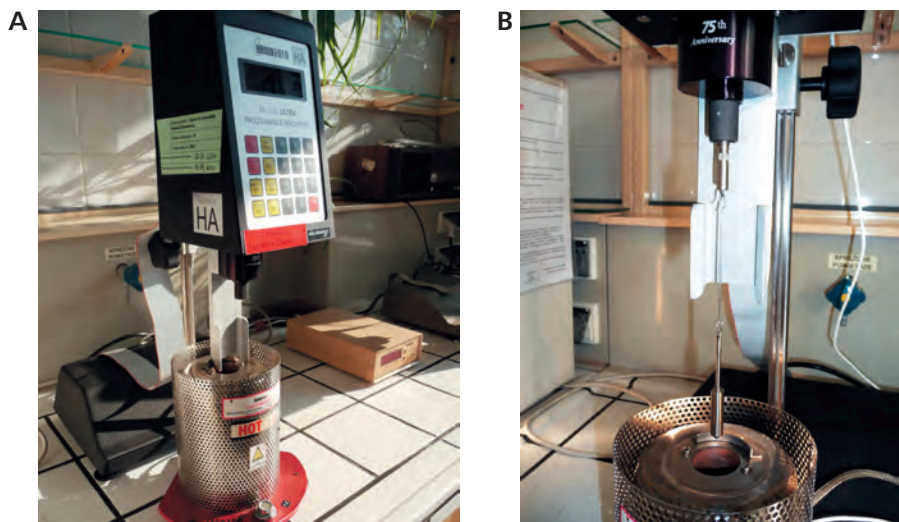
M_d – moment obrotowy wyrażony w $[N \cdot m]$

γ – szybkość ścinania wyrażona w $[s^{-1}]$

Ostateczny wynik lepkości dynamicznej wyrażony w $[Pa \cdot s]$ lub $[mPa \cdot s]$ obliczany jest jako średnia arytmetyczna dwóch oznaczeń i podawany wraz z odpowiadającą szybkością ścinania i temperaturą badania [17].

Badanie lepkości dynamicznej za pomocą lepkościomierza obrotowego Brookfielda

Badanie lepkości dynamicznej wykonywane jest zgodnie z normą PN-EN 13302 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie lepkości asfaltów lepkościomierzem obrotowym* lub z normą ASTM D 4402 *Standard Test Method for Viscosity Determination of Asphalt at Elevated Temperatures Using a Rotational Viscometer*. Badanie lepkości dynamicznej metodą Brookfielda opiera się na wykorzystaniu zjawiska różnicy w oporze wirującego trzpienia zanurzonego w asfalcie o różnej lepkości. Opór będzie tym większy im większa będzie lepkość asfaltu przy zachowaniu momentu obrotowego trzpienia w ustalonym odpowiednim zakresie. Wartość lepkości dynamicznej badanego asfaltu odczytywana jest w postaci analogowej lub cyfrowej bezpośrednio ze wskazania lepkościomierza. Widok lepkościomierza Brookfielda do badania lepkości dynamicznej oraz układu pomiarowego przedstawiono na rysunku 3.22.

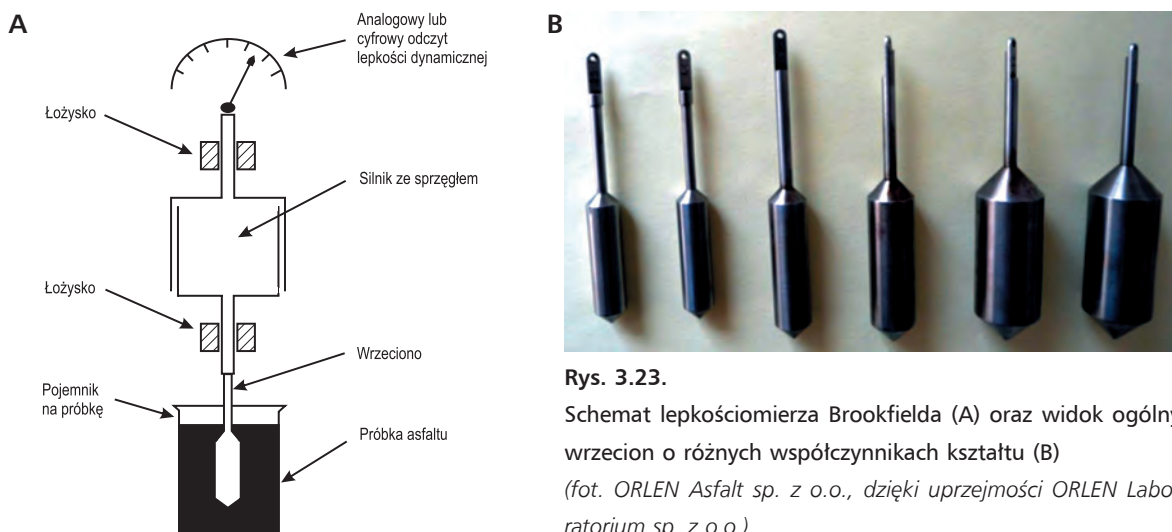


Rys. 3.22. Widok ogólny lepkościomierza Brookfielda (A) oraz zbliżenie wrzeciona i termostатованого pojemnika na próbkę asfaltu (B) (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o., dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

Istotą wykonania badania lepkości dynamicznej jest wyznaczenie zależności względnego oporu na obrót wirującego trzpienia w specjalnym pojemniku zawierającym badaną próbkę przy z góry ustalonej prędkości obrotowej trzpienia. Wartość lepkości dynamicznej badanej cieczy odczytywana jest bezpośrednio ze wskazania lepkościomierza, którego moment obrotowy wrzeciona musi znajdować się w odpowiednim zakresie. W przypadku nie spełnienia tego warunku zmienia się rodzaj wrzeciona na inne o innym charakterystycznym współczynniku kształtu [17].

Schemat lepkościomierza Brookfielda i widok ogólny wrzecion o różnych współczynnikach kształtu przedstawiono na rysunku nr 3.23. Kształt zastosowanego wrzeciona (zwykle operuje się numerami wrzecion) należy podać przy wyniku badania lepkości w aparacie Brookfielda.

Ostateczny wynik lepkości dynamicznej wyrażony w $[Pa \cdot s]$, $[mPa \cdot s]$ [17] lub $[cP]$ [18] obliczany jest jako średnia arytmetyczna trzech oznaczeń.



Rys. 3.23. Schemat lepkościomierza Brookfielda (A) oraz widok ogólny wrzecion o różnych współczynnikach kształtu (B) (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o., dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

Wyniki badań lepkości asfaltów drogowych, modyfikowanych i wielorodzajowych przedstawiono w rozdziałach 5, 6, 7.

3.2.9. Gęstość

Badanie gęstości asfaltu wykonywane jest zgodnie z normą PN-EN 15326 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Pomiar gęstości i gęstości względnej. Metoda z zastosowaniem piknometrów z korkiem kapilarnym*. Istotą wykonania badania jest wyznaczenie stosunku gęstości badanego lepiszcza asfaltowego do gęstości płynu testowego wyznaczonych w tych samych warunkach temperaturowych.

W piknometrze umieszcza się próbkę asfaltu o precyzyjnie wyznaczonej objętości w temperaturze 25°C. Po osiągnięciu równowagi temperaturowej próbkę waży się z odpowiednią dokładnością. Następnie powtarza się proces z płynem testowym, tj. jest ważona dokładnie ta sama objętość płynu testowego (o znanej gęstości) co asfaltu. Gęstość i ciężar właściwy jest wyliczany z odpowiedniego wzoru na podstawie znajomości różnicy wyznaczonych mas. Jednostką gęstości jest $[kg/m^3]$.

W starszych wersjach norm asfaltowych do badania gęstości stosowana była norma PN-EN ISO 3838 *Ropa naftowa i ciekłe lub stałe przetwory naftowe. Oznaczanie gęstości lub gęstości względnej. Metody z użyciem piknometrów z korkiem kapilarnym i piknometrów dwukapilarnego z podziałką*.

Gęstość asfaltu niezbędna jest między innymi do obliczeń parametrów objętościowych mieszanek mineralno-asfaltowych wg PN-EN 12697-8 *Mieszanki mineralno-asfaltowe na gorąco. Metody badań. Część 8: Oznaczanie zawartości wolnej przestrzeni*.

3.2.10. Starzenie technologiczne RTFOT

Najbardziej intensywne procesy starzenia asfaltu zachodzą podczas mieszania go z gorącym kruszywem w mieszalniku otaczarki. Temperatura jest wtedy najwyższa, a warstwa asfaltu na kruszywie – bardzo cienka. W tym czasie odparowywanie lekkich frakcji i utlenianie asfaltu jest najszybsze i najbardziej intensywne, a asfalt intensywnie się utwardza (starzeje). Proces ten nazwano **starzeniem technologicznym lub krótkoterminowym**. Kolejnym etapem jest starzenie eksploatacyjne (długoterminowe), które zachodzi w nawierzchni podczas wielu lat użytkowania drogi (patrz badanie metodą PAV opisane w p. 3.4.4.).

Na skutek starzenia asfalt twardnieje (zwiększa swoją sztywność), a to znaczy, że między innymi:

- spada jego penetracja,
- wzrasta temperatura mięknięcia,
- wzrasta (pogarsza się) temperatura łamliwości,
- wzrasta lepkość.

Podczas naszych rozważań o asfalcie, jako materiale budowlanym, nie sposób zlekceważyć znaczenia starzenia asfaltu. Pamiętajmy, że asfalt, który wbudowano w nawierzchnię, będzie asfaltem już po starzeniu technologicznym. Stąd, nie bez przyczyny, bada się podatność asfaltów na starzenie. Podstawowe znaczenie ma starzenie technologiczne (w wysokich temperaturach).

Z punktu widzenia jakości nawierzchni wymagane jest, aby sprawdzić jakim zmianom po starzeniu technologicznym uległy przynajmniej podstawowe właściwości asfaltu – penetracja, temperatura mięknięcia, lepkość i nawrót sprężysty (dla asfaltów modyfikowanych). Z tego powodu opracowano szereg metod badań, które mają za zadanie symulować proces starzenia i w efekcie dać próbki lepiszcza asfaltowego „po starzeniu” przeznaczone do dalszych badań.

Jednym z najpowszechniej używanych testów jest metoda starzenia technologicznego RTFOT (ang: *Rolling Thin Film Oven Test*) wykonywane zgodnie z normą PN-EN 12607-1 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie odporności na starzenie pod wpływem ciepła i powietrza. Część 1: Metoda RTFOT*. Polega ona na poddaniu cienkiej warstwy lepiszcza asfaltowego działaniu opływającego ją gorącego powietrza w określonym okresie czasu.

Próbki asfaltu umieszczone w uprzednio zważonych szklanych pojemnikach są montowane w specjalnej obrotowej tarczy wewnątrz suszarki do wykonywania testu RTFOT, w temperaturze 163°C z włączonym nadmuchem powietrza. Po określonym czasie próbki w szklanych pojemnikach są wyjmowane z suszarki i schładzane do temperatury otoczenia. Znajdujące się lepiszcze w szklanych pojemnikach jest po teście symulującym starzenie technologiczne i może być przeznaczone do dalszych badań.

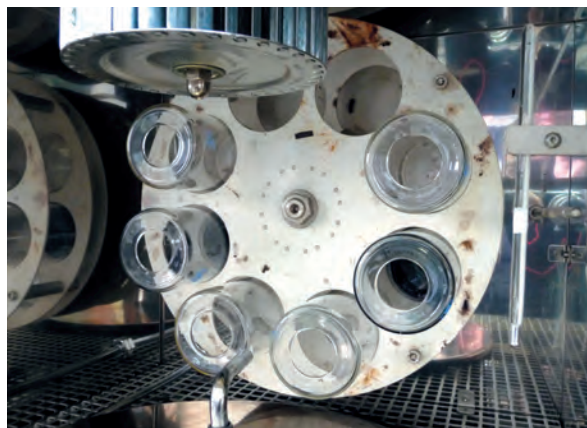


Rys. 3.24. Widok ogólny aparatury do przeprowadzania testu starzenia technologicznego RTFOT
(fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

A



B



Rys. 3.25. Widok szklanych pojemników na próbki asfaltu (A) i pojemników założonych w suszarce do testu RTFOT (B)
(fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

3.2.11. Właściwości po RTFOT

Po teście RTFOT otrzymuje się pewną ilość asfaltu zestarzonego. W dalszej kolejności wykonuje się badania, które mają na celu sprawdzenie, na ile zmieniły się właściwości lepiska w wyniku starzenia technologicznego.

3.2.11.1. Pozostała penetracja po starzeniu

W wyniku procesu starzenia technologicznego penetracja asfaltu spada. Otrzymaną z testu RTFOT próbkę asfaltu poddaje się badaniu penetracji w 25°C zgodnie z normą PN-EN 1426. Następnie oblicza się wynik pozostałej penetracji po starzeniu w [%] jako procentowy udział pierwotnej penetracji asfaltu przed starzeniem RTFOT (przyjmując penetrację asfaltu świeżego jako 100%).

3.2.11.2. Wzrost i spadek temperatury mięknięcia po starzeniu

Po starzeniu technologicznym temperatura mięknięcia asfaltu zwykle rośnie. Otrzymaną w próbkę asfaltu (po RTFOT) poddaje się badaniu temperatury mięknięcia zgodnie z normą PN-EN 1427. Następnie oblicza się wynik wzrostu temperatury mięknięcia po starzeniu w [°C] jako różnicę wyniku temperatury mięknięcia uzyskanej na próbce po starzeniu RTFOT i wyniku temperatury mięknięcia asfaltu nie starzonego. Wymaganie ograniczające wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu dotyczy każdego typu asfaltu stosowanego w technologiach na gorąco: drogowego, modyfikowanego i wielorodzajowego.

Zdarza się, że temperatura mięknięcia po RTFOT jest niższa w przypadku niektórych asfaltów modyfikowanych, zależy to od zastosowanego modyfikatora i technologii modyfikacji. Dlatego w specyfikacji dla asfaltów modyfikowanych wg PN-EN 14023 znajduje się opcjonalne wymaganie określenia tej cechy. Takie wymaganie jest na przykład w polskim załączniku krajowym NA do normy PN-EN 14023:2011.

3.2.11.3. Zmiana masy po starzeniu (wartość bezwzględna)

W wyniku działania procesu starzenia technologicznego masa asfaltu może się zmieniać (rosnąć lub spadać). Zmianę masy po starzeniu określa się zgodnie z normą PN-EN 12607-1 (RTFOT). Stanowi ona różnicę w masie próbki asfaltu świeżego i masy tej samej próbki po wykonaniu testu RTFOT. Wynik ostateczny jest wartością bezwzględną procentowej różnicy mas próbki przed i po teście starzenia.

3.3. Właściwości dodatkowe dla asfaltów modyfikowanych polimerami

W dalszej części przedstawiono badania, które zostały stworzone specjalnie dla asfaltów modyfikowanych polimerami.

3.3.1. Nawrót sprężysty

Żadne konwencjonalne badanie asfaltu modyfikowanego polimerami nie oddaje sprężystych właściwości tego materiału. Powstało zatem badanie, do którego zaadaptowano częściowo test ciągliwości. Jest to badanie „nawrotu sprężystego”.

Badanie nawrotu sprężystego wykonywane jest zgodnie z normą PN-EN 13398 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie nawrotu sprężystego asfaltów modyfikowanych*. Istotą wykonania badania jest wyznaczenie umownego wyrażenia sprężystości asfaltu w postaci pomiaru odległości pomiędzy końcami rozciągniętej i przeciętej próbki w ustalonych warunkach.

Próbka asfaltu jest rozciągana w ustalonej temperaturze (najczęściej w 25°C lub 10°C) ze stałą prędkością 50 mm/min do wydłużenia 200 mm. Utworzona w ten sposób „nitka” asfaltowa jest przecinana w połowie tak, aby otrzymać dwie części. Po 30 minutach mierzona jest odległość między obydwojema końcami przeciętej próbki. Następnie oblicza się wynik nawrotu sprężystego wyrażonego jako procent w stosunku do wielkości wydłużenia [%].

Obliczenie nawrotu sprężystego (R_E) dokonywane jest wg wzoru:

$$R_E = \frac{d}{L} 100 \quad [\%]$$

w którym:

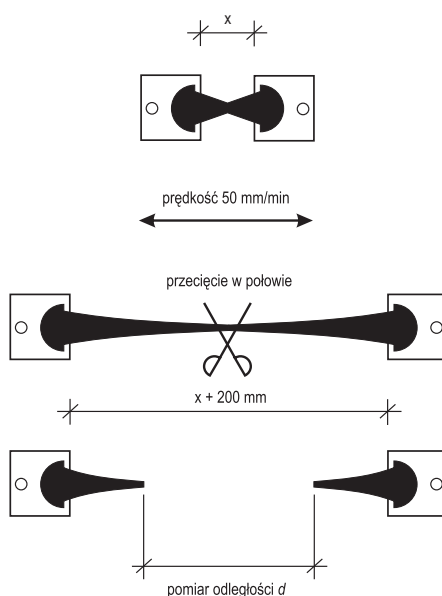
d – odległość między końcami przeciętej próbki [mm],

L – rozciągnięcie próbki, zwykle 200 mm (może być mniejsza długość w przypadku przedwczesnego zerwania próbki) [mm].

Nawrót sprężysty wyraża się w procentach, gdzie 0% oznacza brak sprężystości, a 100% jest całkowitym powrotem do pierwotnego kształtu. W asfaltach modyfikowanych elastomerami (w zależności od ilości elastomeru) osiąga się nawrót sprężysty powyżej 50% i jest on podstawowym testem działania (i obecności) elastomeru. Wynik badania podaje się z dokładnością do 1%.

W przypadku, gdy próbki nie można rozciągnąć do 200 mm (przedwczesne zerwanie nitki), wynik określa się dla krótszego wydłużenia, a przy wyniku badania podaje się odpowiedni komentarz. Zgodnie z normą, wyniki te również mogą być uważane za poprawne.

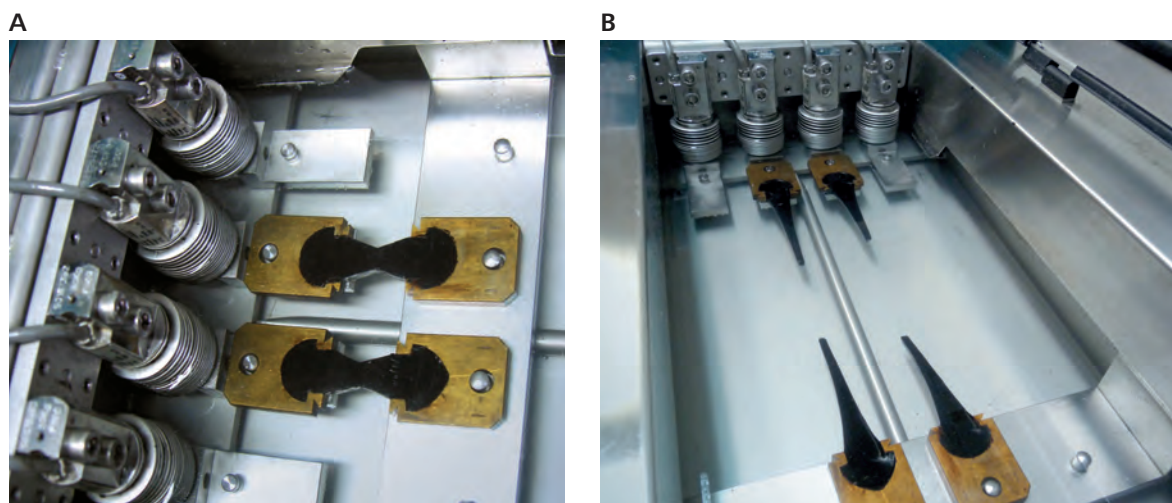
Uwaga: forma do próbek nawrotu sprężystego jest inna niż forma do badania siły rozciągania (patrz p. 3.3.3.).



Rys. 3.26. Zasada wykonywania badania nawrotu sprężystego



Rys. 3.27. Widok ogólny aparatury do badania nawrotu sprężystego
(fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)



Rys. 3.28. Widok próbki asfaltu przed (A) i w trakcie nawrotu próbki po przecięciu (B)
(fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

3.3.2. Nawrót sprężysty w 25°C po starzeniu RTFOT

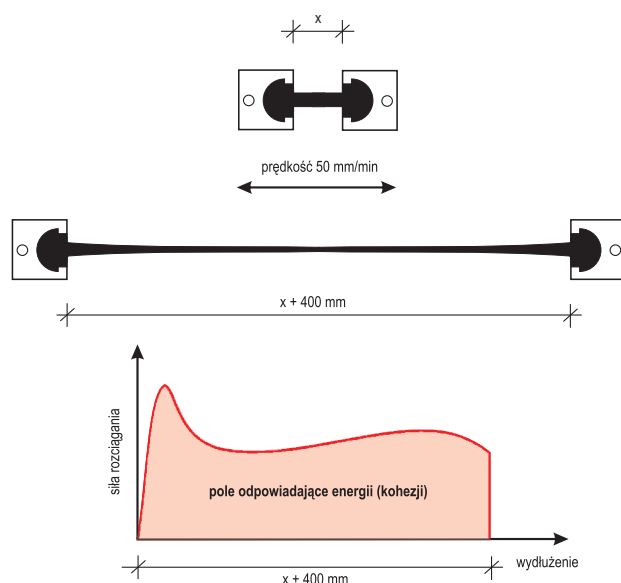
Badanie nawrotu sprężystego asfaltu po starzeniu RTFOT wg PN-EN 12607-1 wykonywane jest zgodnie z normą PN-EN 13398, a sposób wykonania badania nie różni się od badania asfaltu nie starzonego przedstawioną w punkcie 3.3.1. Wynik badania odpowiada na pytanie, na ile działanie polimeru (elastomeru) pozostaje skuteczne po starzeniu, a więc na ile będzie efektywne w rzeczywistej nawierzchni.

3.3.3. Siła rozciągania (kohezja)

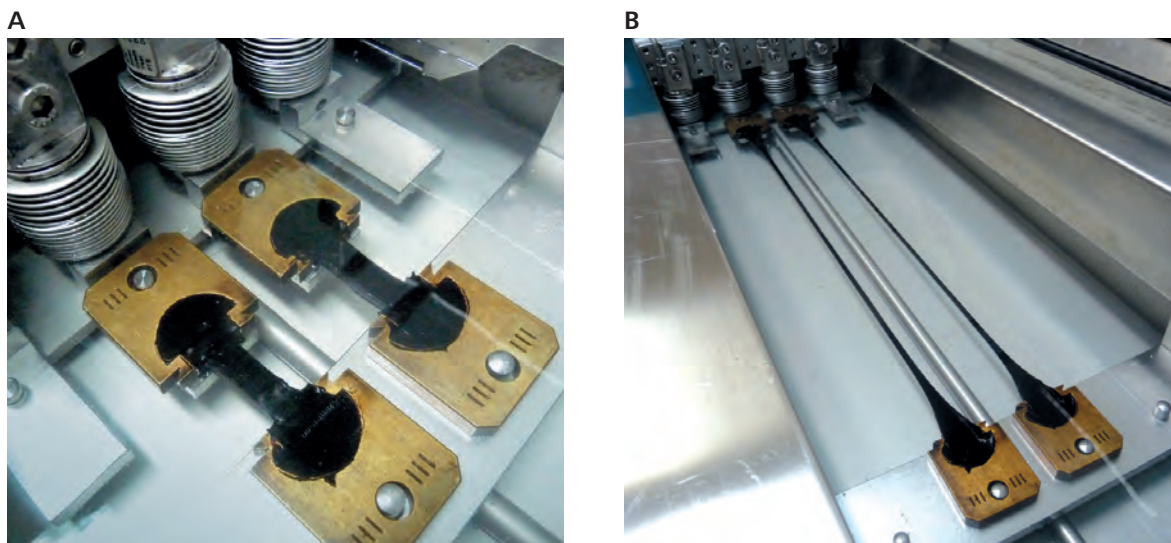
Odpowiednio wysoka kohezja asfaltu pozwala mu przenosić siły rozciągające w nawierzchni. Zakłada się, że dzięki temu nawierzchnia jest bardziej odporna na spękania.

Badanie siły rozciągania (przy małej prędkości rozciągania) wykonywane jest zgodnie z normą PN-EN 13589 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie siły rozciągania asfaltów modyfikowanych, metoda z duktylometrem*. Istotą wykonania badania jest wyznaczenie siły, jaka jest potrzebna do rozciągnięcia próbki (do odpowiedniego wydłużenia) w określonej w temperaturze.

Uformowaną odpowiednio próbkę do badania umieszcza się w duktylometrze w łaźni wodnej o odpowiedniej (ustalanej dla każdego rodzaju asfaltu modyfikowanego) temperaturze. Próbka następnie jest poddawana jednolitemu rozciąganiu z prędkością 50 mm/min aż do osiągnięcia wydłużenia przynajmniej 1333% (400 mm). Czujniki rejestrują siłę w trakcie trwania całego procesu rozciągania. Ostateczny wynik obliczany jest zgodnie z normą PN-EN 13703 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie energii odkształcenia na podstawie odczytu danych z urządzenia*. Jednostką kohezji asfaltów modyfikowanych jest $[J/cm^2]$.



Rys. 3.29. Zasada wykonywania badania siły rozciągania – wykres zależności siły od wydłużenia



Rys. 3.30. Widok próbki asfaltu przed (A) i po wykonaniu badania (wydłużona do 400 mm) w aparacie do badania siły rozciągania (B) (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

3.3.4. Stabilność podczas magazynowania asfaltów modyfikowanych

Badanie to należy do grupy właściwości produkcyjnych i ma znaczenie dla określenia czasu przydatności asfaltu modyfikowanego do użycia. Jak już wcześniej opisano, technologia produkcji asfaltów modyfikowanych polimerami polega na wprowadzeniu do asfaltu odpowiedniego polimeru i przy zastosowaniu właściwej technologii osiągnięciu pożądanych parametrów produktu. Choć przytoczony opis tego procesu jest bardzo uproszczony, producenci asfaltów modyfikowanych napotykają na różne trudności, między innymi na niekompatybilność asfaltu i polimeru, co może skutkować oddzieleniem się polimeru od asfaltu po jakimś czasie od zakończenia produkcji.

Celem badania stabilności jest sprawdzenie, czy asfalt modyfikowany jest narażony na niebezpieczeństwo separacji polimeru z asfaltu. Badanie stabilności podczas magazynowania asfaltów modyfikowanych wykonywane jest zgodnie z normą PN-EN 13399 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie stabilności podczas magazynowania asfaltów modyfikowanych*. Popularnie badanie to nazywa się testem „tubowym”, ponieważ próbki lepiszcza nalewa się do metalowych tub.

Umieszczoną w aluminiowej tubie próbkę asfaltu modyfikowanego poddaje się wygrzewaniu w pozycji pionowej, w temperaturze 180°C w czasie 72 godzin. Po tym okresie tubę pozostawia się, aby wystygła. Po ochłodzeniu zdejmuje się aluminiową powłokę tuby i rozcina się próbkę na trzy, mniej więcej równe części. Środkową część próbki wyrzuca się. Dla górnej i dolnej części próbki wykonuje się badanie temperatury mięknięcia zgodnie z PN-EN 1427 oraz ewentualnie badanie penetracji w 25°C wg PN-EN 1426. Jako wynik badania stabilności przyjmuje się różnicę między wartościami oznaczeń temperatury mięknięcia (ew. penetracji w 25°C) uzyskanymi dla górnej i dolnej części próbki asfaltu modyfikowanego.



Rys. 3.31. Widok ogólny wypełnionej i zamkniętej tuby do wykonywania „testu tubowego” oraz pociętej na 3 części próbki asfaltu modyfikowanego (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

3.3.5. Mikrostruktura asfaltów modyfikowanych

Badanie wykonuje się wg normy PN-EN 13632 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Wzrokowa ocena zdyspersgowania polimeru w asfaltach modyfikowanych polimerami*. Celem badania jest uzyskanie informacji, w jaki sposób został zdyspersgowany polimer w asfalcie. Badanie wykonywane jest na świeżym przełomie zamrożonej próbki asfaltu modyfikowanego, pod mikroskopem fluorescencyjnym z lampą UV poprzez analizę obrazu w świetle odbitym.

Wynik, wg normy, podawany jest jako zestaw kodów literowych:

- Ciągłość fazy: P: Ciągła faza polimerowa
B: Ciągła faza asfaltowa
X: Ciągłość obu faz (wzajemnie skrzyżowane)
- Opis fazy: H: Jednorodna
I: Niejednorodna
- Opis rozmiaru: S: Małe ($< 10 \mu\text{m}$)
M: Średnie (od $10 \mu\text{m}$ do $100 \mu\text{m}$)
L: Duże ($> 100 \mu\text{m}$)
- Opis kształtu: r: Okrągłe, obłe
s: Podłużne
o: Inne

Charakterystyka asfaltów modyfikowanych ORBITON pod względem dyspersji polimeru znajduje się w tablicy 6.12 w rozdziale 6.

3.4. Pozostałe właściwości asfaltów

3.4.1. Zawartość składników nierozpuszczalnych w n-heptanie

Badanie zawartości składników nierozpuszczalnych w n-heptanie wykonywane jest zgodnie z normą ASTM D 4124 *Standard Test Method for Separation of Asphalt into Four Fractions*. Istotą wykonania badania jest wyznaczenie procentowego udziału części nierozpuszczalnych w asfalcie poddanego działaniu rozpuszczalnika (w tym przypadku n-heptanu). Przyjmuje się, że uzyskany wynik określa zawartość asfaltenów w lepiszczu.

Próbka lepiszcza asfaltowego jest poddana rozpuszczaniu w rozpuszczalniku (n-heptanie). Powstały w ten sposób roztwór jest przesączany przez warstwę proszku szklanego (powstałego ze spieku szklanego) w tyglu. Nierozpuszczony materiał jest następnie przemywany, suszony i ważony. Wynik zawartości składników nierozpuszczalnych w n-heptanie jest obliczany w procentach [% m/m] w stosunku do próbki przed poddaniem działania rozpuszczalnika.

Wymaganie to spotykane jest obecnie bardzo rzadko.

3.4.2. Zawartość parafiny

Badanie zawartości parafiny w asfalcie może być wykonywane zgodnie z normą PN-EN 12606-1 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie zawartości parafiny. Część 1: Metoda destylacyjna*. Istotą wykonania badania jest wyznaczenie udziału procentowego zawartości parafiny w destylacie asfaltu uzyskanego w ściśle określonym procesie destylacji.

Próbkę asfaltu rozgrzewa się wstępnie w porcelanowym naczyniu i umieszcza w kolbie destylacyjnej. Następnie asfalt w kolbie poddawany jest określonym warunkom destylacji w procesie ogrzewania. Powstały w wyniku destylacji destylat ochładza się do temperatury pokojowej i waży. Następnie destylat rozpuszcza się w mieszaninie eteru i etanolu o odpowiednich proporcjach. Powstałą mieszaninę ochładza się do temperatury -20°C z której w procesie sączenia wytrąca się parafina. Odpowiednio odmytą i wyekstrahowaną parafinę waży się i na podstawie uzyskanych informacji oblicza się zawartość parafiny w asfalcie wyrażonej jako procentowy udział w stosunku do masy próbki asfaltu [% m/m].

Istnieje jeszcze druga metoda określania zawartości parafiny w asfalcie, rzadziej stosowana – PN-EN 12606-2 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie zawartości parafiny. Część 2: Metoda ekstrakcyjna*. Wyniki wg tej metody są zwykle wyższe niż wg metody destylacyjnej.

Należy nadmienić, że od kilku lat w normie europejskiej PN-EN 12591 oraz w pozostałych normach PN-EN 14023 i PN-EN 13924 nie ma już wymagań wobec zawartości parafiny.

3.4.3. Adhezja asfaltu do kruszyw mineralnych

Adhezja (inaczej przyleganie) „jest to powstawanie połączenia między warstwami powierzchniowymi dwóch ciał (stałych lub ciekłych) doprowadzonych do kontaktu [4]”.

Dobre przyleganie asfaltu do powierzchni kruszywa jest jednym z czynników wpływających na trwałość warstw nawierzchni.

Do czynników wpływających na adhezję możemy zaliczyć:

- stopień zawilgocenia kruszywa,
- zapylenie kruszywa,
- mikrotekstura ziaren kruszywa,
- uziarnienie mieszanki mineralnej,
- stopień kwasowości kruszywa,
- właściwości fizyko-chemiczne asfaltu.

Oprócz wymienionych powyżej czynników, do właściwej adhezji niezbędne jest, aby asfalt miał odpowiednio małą lepkość, czyli był odpowiednio ciekły aby pokryć kruszywo. Badania przeprowadzone przez ORLEN Asfalt wykazały też, że adhezja polepsza się wraz z długością okresu przetrzymywania gorącej mieszanki mineralno-asfaltowej w silosie, tzn. asfalt po starzeniu lepiej przylega do powierzchni ziaren kruszywa.

Badanie adhezji asfaltu do kruszyw można wykonać stosując normę PN-EN 12697-11 *Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 11: Oznaczanie powinowactwa pomiędzy kruszywem i asfaltem*.

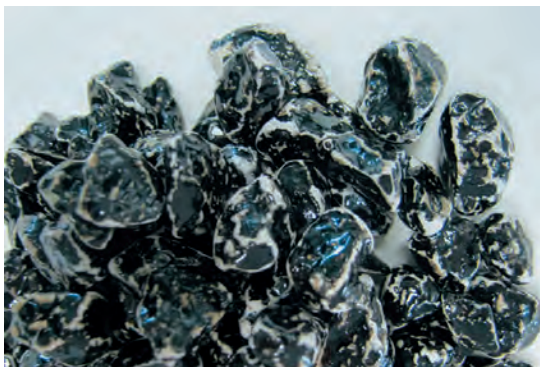
Zgodnie z tą normą, powinowactwo kruszywa z asfaltem określono jako wizualnie określony stopień pokrycia lepiszczem ziaren niezagęszczonej mieszanki mineralno-asfaltowej poddanej procedurze:

- mieszania w wodzie w rolowanych butelkach w ustalonym czasie (metoda A),
- zanurzenia w wodzie przez 48 godzin (metoda B),
- z użyciem kwasów (HCl lub HF) i roztworu fenoloftaleiny jako wskaźnika i gotowania w wodzie przez 10 minut (metoda C).

Do badania wykorzystuje się kruszywo odpowiedniej frakcji. Kruszywo jest myte, suszone i mieszane z lepiszczem do uzyskania jednolitego pokrycia. Sposób postępowania określa norma w zależności, którą metodą jest wykonywane badanie.



Rys. 3.32. Butelki do badania odmycia lepiszcza z kruszywa metodą A na aparacie do rolowania wg PN-EN 12697-11 (fot. ORLEN Asfalt sp. z o.o.)



Rys. 3.33. Próbkki kruszywa po wykonaniu badania metodą A wg PN-EN 12697-11 (fot. ORLEN Asfalt sp. z o.o.)

Testy sprawdzające adhezję lepiszcza do kruszywa w badaniach mieszanek mineralno-asfaltowych

Oprócz bezpośredniego badania trwałości przylegania asfaltu do kruszywa, jak w metodach opisanych powyżej, stosuje się różne metody badania odporności na wodę i mróz próbek mieszanek mineralno-asfaltowych, które w sposób pośredni odpowiadają na pytanie o trwałości związania asfalt-kruszywo. Badaniem stosowanym w Polsce jest metoda wg PN-EN 12697-12 *Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 12: Określanie wrażliwości próbek asfaltowych na wodę* czyli pielęgnacja próbek mieszanek mineralno-asfaltowej wykonanych według metody ubijania (tzw. próbki Marshalla) i poddawanych rozłupywaniu. Otrzymywany w ten sposób wskaźnik ITSR jest miarą odporności mieszanki mineralno-asfaltowej na wodę i mróz (o ile stosowany jest cykl zamrażania). Podobną metodą, choć nie identyczną, jest metoda amerykańska wg AASHTO T 283 tzw. *modified Lottman test*.

3.4.4. Metoda starzenia PAV

W punkcie 3.2. dotyczącym starzenia technologicznego, krótkoterminowego opisano metodę RTFOT. Wspomniano też, że jest jeszcze drugi rodzaj starzenia, jakim jest **starzenie eksploatacyjne**. Zachodzi ono

podczas eksploatacji nawierzchni asfaltowych i polega na oddziaływaniu na lepiszcze przez tlen, promienie UV, substancje zawarte w wodach opadowych, chemikalia użyte do odładzania itd. Starzenie eksploatacyjne powoduje stopniową zmianę właściwości asfaltu w ciągu wielu lat użytkowania nawierzchni. W jego wyniku także następuje stopniowe, chociaż powolne, utwardzanie asfaltu.

Do badań podatności lepiszcza na starzenie eksploatacyjne został stworzony aparat PAV Pressure Aging Vessel (PAV) – pojemnik starzenia ciśnieniowego. Badanie w PAV można wykonać wg ASTM D6521/AASHTO R28 *Standard Practice for Accelerated Aging of Asphalt Binder Using a Pressurized Aging Vessel (PAV)* lub wg PN-EN 14769 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Przyspieszone starzenie długoterminowe/kondycjonowanie w komorze starzenia ciśnieniowego (PAV)*.

Asfalt poddawany badaniom w PAV jest asfaltem poddanym wcześniej testowi RTFOT, a zatem najpierw mamy starzenie technologiczne (jak w otaczarce), a potem eksploatacyjne (na drodze). Pojemnik z asfaltem poddawany jest działaniu ciśnienia 2.1 MPa w czasie 20 godzin i temperaturze zależnej od rodzaju PG¹ (90°C, 100°C lub 110°C). Cały proces ma symulować okres 7-10 lat starzenia asfaltu w nawierzchni.

Próbki asfaltu po starzeniu w PAV służą do badania właściwości asfaltu w niskich temperaturach (spękania) i temperaturach pośrednich (zmęczenie) zgodnie z metodyką *Superpave*. W normach europejskich z wymaganiami dla lepiszczy drogowych nie wprowadzono do tej pory wymagań związanych z badaniem w PAV.

3.4.5. Metoda BBR

Do określenia właściwości niskotemperaturowych asfaltu stosuje się w USA (jako część systemu Performance Grade), a także w Europie jako badanie dodatkowe, metodę reometru zginanej belki (*ang. BBR – Bending Beam Rheometer*).

Metoda została znormalizowana w USA jako ASTM D6648 *Standard Test Method for Determining the Flexural Creep Stiffness of Asphalt Binder Using the Bending Beam Rheometer (BBR)* oraz w Europie jako PN-EN 14771 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie sztywności pełzania przy zginaniu. Reometr zginanej belki (BBR)*.

Metodę BBR i wyniki badań z tego aparatu opisano w rozdziale 9.

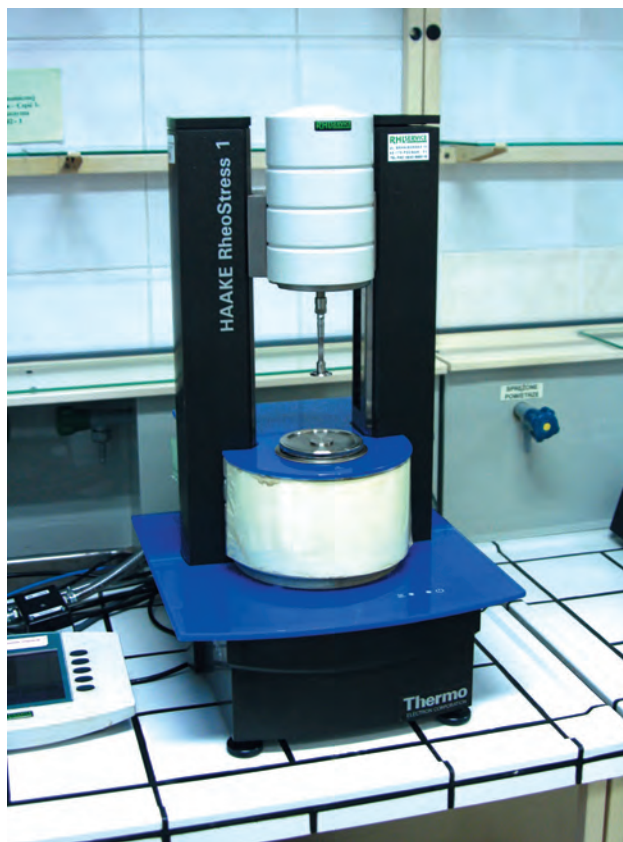
3.4.6. Metoda DSR

Określanie złożonych właściwości reologicznych asfaltów możliwe jest obecnie w reometrze dynamicznego ścinania (*ang. DSR – Dynamic Shear Rheometer*), rys. 3.34. Wśród parametrów najczęściej badanych w tym urządzeniu można wymienić moduł zespolony i kąt przesunięcia fazowego badane w różnych zakresach temperatur i częstotliwości.

Badanie zostało znormalizowane jako AASHTO T 315 (*Standard Method of Test for Determining the Rheological Properties of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer (DSR)*) oraz PN-EN 14470 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie zespolonego modułu ścinania i kąta przesunięcia fazowego w reometrze dynamicznego ścinania (DSR)*.

Wyniki badań asfaltów w DSR znajdują się w rozdziale 9.

1) Opis amerykańskiego systemu PG (Performance Grade) znajduje się w rozdziale 9.



Rys. 3.34. Widok ogólny reometru DSR (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. dzięki uprzejmości ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

3.4.7. Metoda MSCR

Istotą wykonania badania **MSCR** (**M**ultiple **S**tress **C**reep **R**ecovery test) (Testu Wielokrotnego, Naprężania, Pełzania i Nawrotu) jest pomiar właściwości lepiszcza w celu określenia wpływu lepiszcza na odporność mma na deformacje trwałe (koleinowanie) oraz oceny stopnia i skuteczności modyfikacji polimerami. Badanie wykonywane jest na odpowiednio skonfigurowanym reometrze DSR przedstawionym na rysunku nr 3.35.

Badanie MSCR wykonywane jest zgodnie z normami: AASHTO TP 70: *Standard Method of Test for Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer (DSR)* i ASTM D7405: *Standard Test Method for Multiple Stress Creep and Recovery (MSCR) of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer*.

Wyniki badań asfaltów metodą MSCR znajdują się w rozdziale 9.

Rozdział 4

OMÓWIENIE NORM EN 12591, EN 14023, EN 13924 I prEN 13924-2

4.1. Wprowadzenie

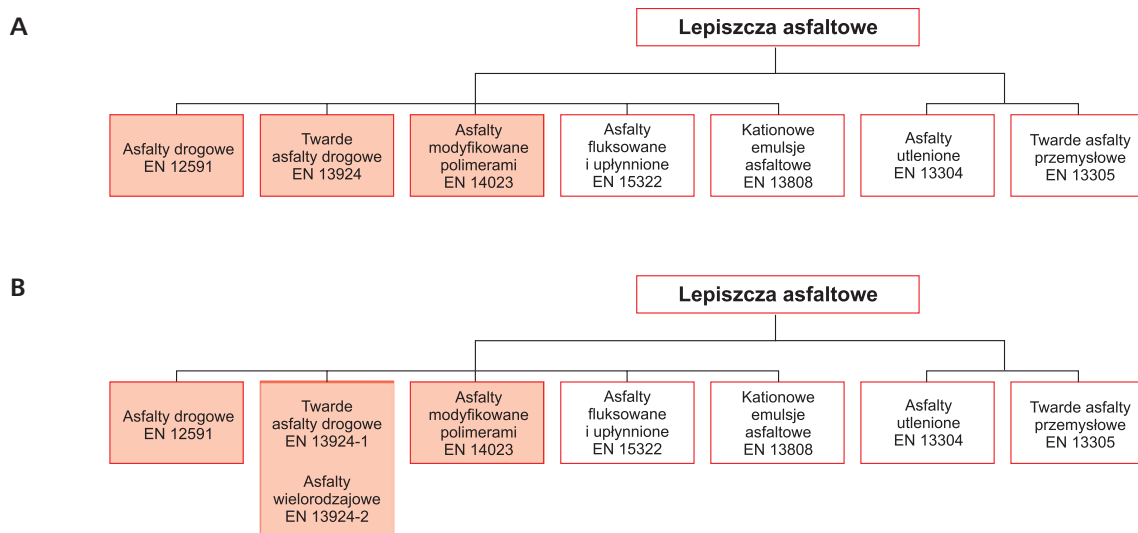
Normy EN 12591, EN 14023, EN 13924 i projekt normy prEN 13924-2 są częściami pakietu norm europejskich dotyczących następujących lepiszczy asfaltowych:

- asfaltów drogowych (EN 12591:2009),
- asfaltów modyfikowanych (EN 14023:2010),
- asfaltów drogowych twardych (EN 13924:2006/AC:2006¹⁾),
- asfaltów wielorodzajowych (prEN 13924-2).

Normy EN 12591:2009, EN 14023:2010 i EN 13924:2006/AC:2006 są normami mandatowymi (opracowanymi na podstawie mandatów, tj. Zleceń Komisji Europejskiej). Pierwotnie normy te wspierały zasadnicze wymagania dyrektywy UE Wyroby Budowlane 89/106/EEC (*EU Construction Products Directive (89/106/EEC)*) uchylonej z dniem 30.06.2013 Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady nr 305/2011. Od dnia 1.07.2013 wyroby budowlane (w tym lepiszcza asfaltowe) są objęte nowym rozporządzeniem nr 305/2011.

Projekt normy dla asfaltów wielorodzajowych prEN 13924-2 otrzyma prawdopodobnie status normy i będzie częścią pakietu norm europejskich dotyczących lepiszczy asfaltowych w roku 2014.

Na rysunku 4.1. przedstawiono pozycje wymienionych norm (stan obecny i stan docelowy w 2014 r.) w systemie norm europejskich dotyczących lepiszczy asfaltowych.



Rys. 4.1. Przyporządkowanie norm europejskich do różnych rodzajów lepiszczy. (A) Stan obecny – przed opublikowaniem normy EN 13924-2. (B) Stan docelowy (2014 r.) – po opublikowaniu normy EN 13924-2. Kolorem zostały oznaczone omawiane normy.

1) Norma EN 13924:2006 wraz z Poprawką AC:2006

4.2. Systematyka oznaczania lepiszczy asfaltowych

W tablicy 4.1. przedstawiono systematykę oznaczania lepiszczy asfaltowych produkowanych zgodnie z normami europejskimi EN 12591, EN 14023, EN 13924 i prEN 13924-2.

Tablica 4.1. Systematyka oznaczania lepiszczy asfaltowych produkowanych zgodnie z normami europejskimi EN 12591, EN 14023, EN 13924 i prEN 13924-2

Lepiszczce asfaltowe	Asfalt drogowy	Asfalt modyfikowany	Asfalt drogowy twardy	Asfalt wielorodziejowy
Dokument odniesienia	EN 12591:2009	EN 14023:2010	EN 13924:2006/ AC:2006	prEN 13924-2
Oznaczenie normowe lepiszcza asfaltowego	XX/YY	PMB X/Y-Z	Twardy asfalt drogowy XX/YY	MG XX/YY – ZZ/00
Rodzaj lepiszcza asfaltowego produkowanego przez ORLEN Asphalt	20/30, 35/50, 50/70, 70/100, 100/150, 160/220	ORBITON 10/40-65 ORBITON 25/55-60 ORBITON 45/80-55 ORBITON 45/80-65 ORBITON 65/105-60	tylko na specjalne życzenie klientów	obecnie: BITREX 35/50* BITREX 50/70* wg EN: BITREX 20/30-64/74 BITREX 35/50-59/69 BITREX 50/70–54/63
* ze względu na aktualny (do chwili publikacji tego poradnika) brak funkcjonowania normy EN 13924-2 w systemie norm europejskich, ORLEN Asphalt produkuje asfalty wielorodziejowe BITREX 35/50 i 50/70 wg AT 2005-03-1882/2. System oznaczania asfaltów wielorodziejowych XX/YY. Objaśnienia do oznaczeń: XX – dolna granica penetracji w 25°C danego rodzaju asfaltu [0,1 mm] YY – górna granica penetracji w 25°C danego rodzaju asfaltu [0,1 mm] 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” (zazwyczaj zastępowany nazwą handlową producenta) ZZ – dolna granica temperatury mięknięcia PiK danego rodzaju asfaltu [°C] 00 – górna granica temperatury mięknięcia PiK danego rodzaju asfaltu [°C]				

4.3. Wymagania norm EN 12591, EN 14023, EN 13924 i prEN 13924-2

Normy EN 12591, EN 14023, EN 13924 i prEN 13924-2 zawierają zasady wyboru właściwości i odpowiadających im metod badań, a także zakresu wymagań dla asfaltów przeznaczonych do budowy i utrzymania dróg, lotnisk i innych nawierzchni przeznaczonych do ruchu kołowego. Są to normy tzw. klasyfikacyjne, przy czym jedna z nich jest normą tzw. częściowo klasyfikacyjną.

Norma PN-EN 12591:2010 (EN 12591:2009) „Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Wymagania dla asfaltów drogowych” jest normą częściowo klasyfikacyjną, tzn. pozostawia krajom członkowskim CEN (*European Committee for Standardization* – Europejski Komitet Normalizacyjny) wybór we wskazaniu niektórych kombinacji wymagań, przy czym większość wymagań jest stała.

Norma PN-EN 14023:2011 (EN 14023:2010) „Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Zasady klasyfikacji asfaltów modyfikowanych polimerami” nie ustala sztywnych wymagań wobec poszczególnych gatunków asfaltów (jak np. większość zapisów w EN 12591:2009), lecz jest normą klasyfikacyjną. Klasyfikacyjną, tzn. zawierającą zestaw właściwości i przypisanych do nich szeregu różnych poziomów wymagań (nazwanych klasami).

Normy PN-EN 13924:2009 (EN 13924:2006) „Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Wymagania dla asfaltów drogowych twardych” i projekt normy prEN 13924-2 „Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Wymagania dla asfaltów wielorodzajowych” są, podobnie jak EN 14023, normami klasyfikacyjnymi. Przedstawiają zasady określania parametrów, odpowiadających im metod badań i wymagań dla asfaltów drogowych twardych i wielorodzajowych.

4.4. Krajowe dokumenty aplikacyjne

Normy europejskie EN 12591, EN 14023, EN 13924 i prEN 13924-2 zakładają, że każdy kraj członkowski CEN dokona wyboru właściwości i przypisanych do nich poziomów wymagań w postaci opracowania tzw. Dokumentów Aplikacyjnych do omawianych norm. Kraje członkowskie opracowują takie dokumenty np. w postaci „Załączników Krajowych” do norm, lub w postaci informacji z ustalonymi wymaganiami zamieszczonych w ogólnych odrębnych dokumentach dotyczących materiałów i technologii wykonywania nawierzchni asfaltowych. Taki sposób postępowania pozwala każdemu krajowi określić własne wymagania, jakimi mają się charakteryzować lepiszcza asfaltowe stosowane na jego terenie. Podyktowane jest to zróżnicowanymi warunkami klimatycznymi panującymi w różnych częściach Europy oraz wieloma innymi czynnikami technologicznymi. W tablicy 4.2. przedstawiono stan aktualny opracowanych załączników krajowych do norm asfaltowych.

Tablica 4.2. Załączniki krajowe NA do norm asfaltowych

Nazwa lepiszcza	Norma EN	Norma PN-EN	Załącznik krajowy, rok wydania	Uwagi
Asfalt drogowy	EN 12592:2009	PN- EN 12592:2010	TAK, 2010	—
Asfalt modyfikowany polimerami	EN 14023:2010	PN- EN 14023:2011	TAK, 2011	—
Asfalt drogowy twardy	EN 13924:2006	PN-EN 13924:2009	TAK, 2009	po wprowadzeniu normy EN 13924-2 nastąpi zmiana numeracji tej normy na EN 13924-1
Asfalt wielorodzajowy	prEN 13924-2	prPN-EN 13924-2	—	załącznik krajowy w przygotowaniu, patrz tablica 4.7.

W tablicach 4.3.–4.5. przedstawiono informacje o wybranych parametrach i wymaganiach dotyczących lepiszczy asfaltowych do stosowania w Polsce. Informacje te zabrano na podstawie informacji zamieszczonych w Załącznikach Krajowych do norm PN-EN 12591:2010, PN-EN 14023:2011 i PN-EN 13924:2009.

Tablica 4.3. Wymagania dotyczące asfaltów drogowych w Polsce o penetracji od $20 \times 0,1\text{mm}$ do $220 \times 0,1\text{ mm}$ wg Załącznika krajowego NA do normy PN-EN 12591:2010.

	Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Rodzaj asfaltu drogowego					
				20/30	35/50	50/70	70/100	100/150	160/220
Właściwości stosowane do wszystkich asfaltów drogowych wymienionych w tej tablicy	Penetracja w 25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	20-30	35-50	50-70	70-100	100-150	160-220
	Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	55-63	50-58	46-54	43-51	39-47	35-43
	Odporność na starzenie w 163°C	PN-EN 12607-1 (metoda RTFOT)							
	Pozostała penetracja		%	≥ 55	≥ 53	≥ 50	≥ 46	≥ 43	≥ 37
	Wzrost temperatury mięknięcia		°C	≤ 8	≤ 8	≤ 9	≤ 9	≤ 10	≤ 11
	Zmiana masy* (wartość bezwzględna)		%	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 1,0
	Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥ 240	≥ 240	≥ 230	≥ 230	≥ 230	≥ 220
	Rozpuszczalność	PN-EN 12592	%	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0
Właściwości uwzględniane szczególnie w warunkach krajowych	Indeks penetracji	PN-EN 12591 Załącznik A	-	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	Lepkość dynamiczna w 60°C	PN-EN 12596	Pa · s	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	Temperatura łamliwości Fraassa	PN-EN 12593	°C	NR	≤ - 5	≤ - 8	≤ - 10	≤ - 12	≤ - 15
	Lepkość kinematyczna w 135°C	PN-EN 12595	mm²/s	NR	NR	NR	NR	NR	NR

* zmiana masy może być wartością dodatnią lub ujemną
NR – (No Requirement) – oznacza brak wymagań dla danej właściwości

Tablica 4.4. Wymagania dotyczące asfaltów drogowych twardych w Polsce wg Załącznika krajowego NA do normy PN-EN 13924:2009

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Rodzaj asfaltu drogowego twardego	
			10/20	15/25
Penetracja w 25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	10-20	15-25
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	58-78	55-71
Lepkość dynamiczna w 60°C	PN-EN 12596	Pa · s	NR	NR
Odporność na starzenie w 163°C	PN-EN 12607-1 (RTFOT)			
Pozostała penetracja w 25°C po starzeniu		%	≥ 55	≥ 55
Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu		°C	≤ 10	≤ 8
Temperatura mięknięcia po starzeniu		°C	NPD	NPD
Zmiana masy* (wartość bezwzględna)		%	≤ 0,5	≤ 0,5
Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥ 245	≥ 245
Rozpuszczalność	PN-EN 12592	%	≥ 99,0	≥ 99,0
Indeks penetracji	PN-EN 13924:2006 Załącznik A	-	NR	NR
Temperatura łamliwości wg Fraassa	PN-EN 12593	°C	≤ 3	≤ 0
Lepkość kinematyczna w 135°C	PN-EN 12595	mm²/s	NR	NR

* zmiana masy może być wartością dodatnią lub ujemną

Tablica 4.5. Podział na rodzaje i wymagania wobec asfaltów modyfikowanych polimerami w Polsce wg załącznika krajowego NA do normy PN-EN 14023:2011

Właściwość		Metoda badania	Jedno- stka	Rodzaj asfaltu modyfikowanego polimerami													
				PMB 10/40-65		PMB 25/55-60		PMB 45/80-55		PMB 45/80-65		PMB 65/105-60		PMB 90/150-45		PMB 120/200-40	
				zakres	klasa	zakres	klasa	zakres	klasa	zakres	klasa	zakres	klasa	zakres	klasa	zakres	klasa
Właściwości podstawowe	Penetracja w 25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	10-40	2	25-55	3	45-80	4	45-80	4	65-105	6	90-150	8	120-200	9
	Temperatura mięknienia	PN-EN 1427	°C	≥65	5	≥60	6	≥55	7	≥65	5	≥60	6	≥45	9	≥40	10
	Siła rozciągania metodą z duktylometrem (rozciąganie 50 mm/min)	PN-EN 13589 PN-EN 13703	J/cm²	≥2 w 10°C	6	≥2 w 10°C	6	≥3 w 5°C	2	≥3 w 5°C	2	≥3 w 5°C	2	≥1 w 5°C	4	≥1 w 5°C	4
	Zmiana masy po starzeniu*	PN-EN 12607-1	% m/m	≤0,5	3	≤0,5	3	≤0,5	3	≤0,5	3	≤0,5	3	≤0,5	3	≤0,5	3
	Pozostała penetracja w 25°C po starzeniu	PN-EN 12607-1 PN-EN 1426	%	≥60	7	≥60	7	≥60	7	≥60	7	≥60	7	≥50	5	≥50	5
	Wzrost temperatury mięknienia po starzeniu	PN-EN 12607-1 PN-EN 1427	°C	≤8	2	≤8	2	≤8	2	≤8	2	≤10	3	≤10	3	≤10	3
	Temperatura zapłonu	EN ISO 2592	°C	≥235	3	≥235	3	≥235	3	≥235	3	≥235	3	≥235	3	≥220	4
Właściwości dodatkowe	Temperatura łamliwości wg Fraassa	PN-EN 12593	°C	≤-5	3	≤-10	5	≤-12	6	≤-15	7	≤-15	7	≤-18	8	≤-20	9
	Nawrót sprężysty w 25°C	PN-EN 13398	%	≥50	5	≥50	5	≥50	5	≥70	5	≥70	3	≥50	5	≥50	5
	Nawrót sprężysty w 10°C	PN-EN 13398	%	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0
	Zakres plastyczności	PN-EN 14023	°C	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1
	Spadek temperatury mięknienia po starzeniu	PN-EN 12607-1 PN-EN 1427	°C	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1
	Nawrót sprężysty w 25°C po starzeniu	PN-EN 12607-1 PN-EN 13398	%	≥50	4	≥50	4	≥50	4	≥60	3	≥60	3	≥50	4	≥50	4
	Nawrót sprężysty w 10°C po starzeniu	PN-EN 12607-1 PN-EN 13398	%	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0
	Stabilność magazynowania – różnica temperatury mięknienia	PN-EN 13399 PN-EN 1427	°C	≤5	2	≤5	2	≤5	2	≤5	2	≤5	2	≤5	2	≤5	2
	Stabilność magazynowania – różnica penetracji	PN-EN 13399 PN-EN 1426	0,1 mm	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0
* zmiana masy może być wartością dodatnią lub ujemną NR – No Requirement (brak wymagań) TBR – To Be Reported (do zadeklarowania)																	

Ponieważ norma prEN 13924-2 nie została jeszcze opublikowana (jest na moment publikacji tego poradnika w fazie projektu), stosowane są wyłącznie specyfikacje krajowe nie związane z wymienioną Normą Europejską. W Polsce takim systemem są Aprobata Techniczne wydawane przez Instytut Badawczy Dróg i Mostów w Warszawie (IBDiM), w których na wniosek producenta lepiszcza określa się wymagania oraz system oceny zgodności. ORLEN Asphalt posiada takie dokumenty dla swoich asfaltów wielorodajowych, sprzedawanych pod marką BITREX. W tabelicy 4.6. zamieszczono zestaw parametrów i ich wymagań dotyczących asfaltów wielorodajowych BITREX wg AT/2005-03-1882/2.

Prace nad projektem załącznika krajowego do projektu normy prEN 13924-2 trwają już w Komitecie Technicznym Nr 222 PKN, projekt wstępny tego załącznika prezentuje tablica 4.7. (uwaga – nie jest to wersja ostateczna).

Tablica 4.6. Wymagania dotyczące asfaltów wielorodajowych BITREX w Polsce na podstawie Aprobata Technicznej IBDiM nr AT/2005-03-1882/2 (stosowane do momentu opublikowania normy EN 13924-2)

Właściwość	Jednostka	Metoda badania	BITREX 35/50	BITREX 50/70
Penetracja w 25°C	0,1 mm	PN-EN 1426	35–50	50–70
Temperatura mięknięcia	°C	PN-EN 1427	≥ 57	≥ 54
Temperatura łamliwości wg Fraassa	°C	PN-EN 12593	≤ -15	≤ -17
Indeks penetracji	-	PN-EN 12591	0,3–2,0	0,3–2,0
Lepkość dynamiczna w 60°C	Pa · s	ASTM D 4402 PN-EN 12596	≥ 1500	≥ 900
Temperatura zapłonu	°C	PN-EN ISO 2592	≥ 250	≥ 250
Gęstość w 25°C	g/cm ³	PN-EN ISO 3838 PN-EN 15326	deklarowana	deklarowana
Zmiana masy po starzeniu	%	PN-EN 12607-1	≤ 0,5	≤ 0,5
Zmiana temperatury mięknięcia po starzeniu	°C	PN-EN 12607-1 PN-EN 1427	≤ 10,0	≤ 10,0
Pozostała penetracja w 25°C po starzeniu	%	PN-EN 12607-1 PN-EN 1426	≥ 60	≥ 50

Tablica 4.7. Wymagania dotyczące asfaltów wielorodzajowych wg projektu załącznika krajowego do projektu normy prEN 13924-2 (wersja robocza z 2012 r.)

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Rodzaj asfaltu wielorodzajowego					
			MG 20/30-64/74		MG 35/50-59/69		MG 50/70-54/63	
			wymaganie	klasa	wymaganie	klasa	wymaganie	klasa
Penetracja w 25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	20–30	2	35-50	3	50-70	4
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	64–74	4	59-69	3	54-63	2
Odporność na starzenie w 163°C	PN-EN 12607-1							
Pozostała penetracja		%	≥ 60	3	≥ 60	3	≥ 50	2
Wzrost temperatury mięknięcia		°C	≤ 12	4	≤ 10	3	≤ 10	3
Zmiana masy		%	≤ 0,5	1	≤ 0,5	1	≤ 0,5	1
Indeks penetracji	PN-EN 13924-2 zał. A	-	+0,3 ÷ +2,0	3	+0,3 ÷ +2,0	3	+0,3 ÷ +2,0	3
Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥ 250	4	≥ 250	4	≥ 250	4
Rozpuszczalność	PN-EN 12592	%	≥ 99,0	2	≥ 99,0	2	≥ 99,0	2
Temperatura łamliwości	PN-EN 12593	°C	≤ -8	2	≤ -15	4	≤ -17	5
Lepkość dynamiczna w 60°C	PN-EN 13302	Pa · s	≥ 1500	5	≥ 1500	5	≥ 900	4
Lepkość kinematyczna w 135°C	PN-EN 12595	mm²/s	NR	0	NR	0	NR	0

4.5. Ocena zgodności w normach EN 12591, EN 14023, EN 13924 i prEN 13924-2

W załącznikach ZA do norm EN 12591:2009, EN 14023:2010, EN 13924:2006 i prEN 13924-2:2013 ustalono warunki oznakowania CE. Załączniki ZA zawierają ponadto procedurę oceny zgodności lepiszczy asfaltowych i podział zadań między producenta a jednostkę notyfikowaną, rozdział dotyczący certyfikatu i deklaracji właściwości użytkowych (dawniej deklaracji zgodności²) oraz oznakowania CE i etykietowania.

Lepiszczta asfaltowe przeznaczone do budowy dróg i powierzchniowych utrwaleń objęte zostały systemem oceny zgodności „2+”. Zgodnie z nim producent musi ustanowić, udokumentować i utrzymywać system Zakładowej Kontroli Produkcji potwierdzony Certyfikatem ZKP (wystawionym przez jednostkę notyfikowaną). Ponadto producent powinien posiadać plan badań próbek oraz wykonać badania typu dla każdego wyrobu. System ZKP powinien składać się z procedur, regularnych inspekcji i badań i/lub ocen, a wyniki powinny być wykorzystane do oceny jakości gotowego wyrobu. Numery Certyfikatów ZKP dla jednostek produkcyjnych w Płocku i Trzebini zamieszczono w rozdziale 1.

2) Obowiązujące obecnie Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 305/2011 uchylające dyrektywę UE Wyroby Budowlane 89/106/EEC zmienia nazwę „deklaracji zgodności” na „deklaracje właściwości użytkowych” razem z wymaganymi informacjami, które muszą się w niej znajdować.

Ocena zgodności właściwości lepiszczy asfaltowych z wymaganiami omawianych norm i z podanymi w nich wartościami (włączając gatunki) powinna być wykazana przez:

- wykonanie wstępnego badania typu każdego rodzaju asfaltu,
- wdrożenie i funkcjonowanie Zakładowej Kontroli Produkcji (ZKP) – (ang. *Factory Production Control–FPC*).

Na rysunkach 4.1. i 4.2. przedstawiono przykłady informacji towarzyszącej oznakowaniu CE asfaltu drogowego 50/70 i asfaltu modyfikowanego ORBITON 45/80-55 produkcji ORLEN Asphalt z roku 2013.

	
1434	
ORLEN Asphalt sp. z o.o. PRODUKCJA PŁOCK PRODUCTION PŁOCK 09-411 Płock, ul. Chemików 7 Poland	
13	
3/CPR/2013	
PN-EN 12591:2010 Asfalt drogowy: 50/70 Paving grade bitumen: 50/70 Penetracja w 25°C (Penetration at 25°C) 50-70 0,1mm Temperatura mięknięcia (Softening Point R&B) 46 – 54°C Odporność na starzenie w 163°C (EN 12607-1) (Resistance to hardening at 163°C (EN 12607-1)) Pozostała penetracja w 25°C po starzeniu (Retained penetration at 25°C after RTFOT) 50% Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu (Increasing of Softening Point R&B after RTFOT) 9°C Zmiana masy po starzeniu (Change of mass after RTFOT) 0,5% Temperatura zapłonu (Flash point (COC)) 230°C Zawartość składników rozpuszczalnych (Solubility in toluene) 99,0% m/m Lepkość dynamiczna w 60°C (Dynamic viscosity at 60°C) ≥ 145 Pa*s Temperatura łamliwości (Fraass breaking point) -8°C Indeks penetracji (Penetration Index) NR Lepkość kinematyczna w 135°C (Kinematic viscosity at 135°C) NR	

Oznakowanie zgodności CE, składające się z symbolu „CE” podanego w dyrektywie 93/68/EWG

Numer identyfikacyjny jednostki notyfikowanej

Nazwa lub znak identyfikacyjny oraz zarejestrowany adres producenta

Dwie ostatnie cyfry roku, w którym oznakowanie zostało umieszczone

Numer deklaracji właściwości użytkowych

Numer Normy Europejskiej

Opis wyrobu i informacje o właściwościach podlegających kontroli

Rys 4.2. Oznakowanie CE asfaltu drogowego 50/70 produkcji ORLEN Asphalt z roku 2013.



Rozdział 5

ASFALTY DROGOWE WG PN-EN 12591:2010

5.1. Opis ogólny asfaltów drogowych

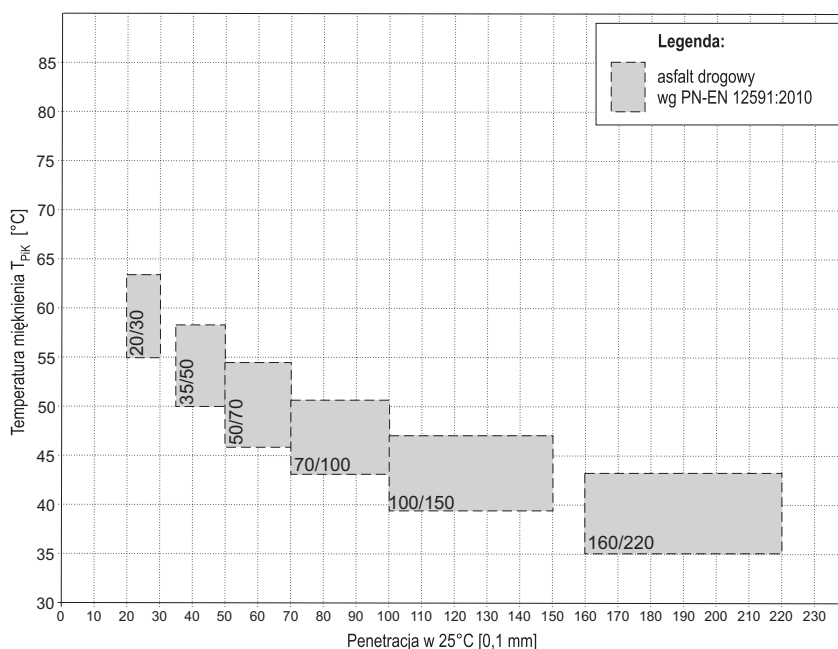
Asfalty drogowe to najpopularniejsze lepiszcza drogowe do mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco stosowanych do budowy nawierzchni drogowych. W kwietniu 2009 roku CEN opublikował najnowszą wersję normy EN 12591 (poprzednie wydanie z 1999 r.), dostosowaną do systemu oceny zgodności 2+. Od września 2010 roku ORLEN Asfalt produkuje asfalty drogowe zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 12591:2010.

W ORLEN Asfalt asfalty drogowe produkowane są głównie w systemie ciągłego utleniania wg technologii BITUROX® na licencji austriackiej firmy Pörner. Jest to obecnie jedna z metod otrzymywania lepiszczy z surowców podestylacyjnych z ropy naftowej (więcej o metodach produkcji asfaltów w Rozdziale 1).

ORLEN Asfalt wytwarza następujące rodzaje asfaltów drogowych wg PN-EN 12591:2010: 20/30, 35/50, 50/70, 70/100, 100/150 i 160/220. Wszystkie te lepiszcza kwalifikują się do grupy asfaltów drogowych o przedziale penetracji 20÷220 [0,1 mm] badanej w temperaturze 25°C.

Asfalt 20/30 należy do najtwardszych asfaltów wg PN-EN 12591. 35/50 i 50/70 są to asfalty o średniej twardości, najczęściej wykorzystywane do celów drogowych. Oferowana jest także grupa asfaltów miękkich o oznaczeniach 70/100, 100/150 i 160/220.

Graficzne porównanie podstawowych właściwości asfaltów dla dwóch najbardziej popularnych parametrów charakteryzujących lepiszcza asfaltowe – penetracji w 25°C i temperatury mięknięcia T_{PIK} przedstawiono na rys. 5.1.



Rys. 5.1. Graficzne porównanie asfaltów drogowych wg PN-EN 12591:2010 w zakresie penetracji w 25°C i temperatury mięknięcia T_{PIK}

5.2. Właściwości

W następnych częściach rozdziału przedstawiono komplet właściwości asfaltów drogowych wg PN-EN 12591 wraz z dodatkowymi informacjami uzyskanymi według amerykańskiej metody *Superpave* (*Performance Grade system*). Zamieszczono także informacje dotyczące orientacyjnych temperatur technologicznych stosowania asfaltów w mieszankach mineralno-asfaltowych oraz dane o lepkości i zależności lepkości od temperatury.

Klasyfikacja asfaltów drogowych do obciążenia ruchem według wyników badania MSCR podana w dalszej części rozdziału 5. została wyjaśniona w rozdziale 9.

5.2.1. Asfalt drogowy 20/30

Przeznaczenie

Asfalt drogowy 20/30 jest najtwardszym asfaltem drogowym spośród obecnie produkowanych przez firmę ORLEN Asfalt. Ze względu na wysoką temperaturę mięknięcia i dużą wrażliwość na spękania niskotemperaturowe, zalecany jest do stosowania wyłącznie w warstwach wiążących i podbudowach z betonu asfaltowego o wysokim module sztywności, w regionach o sprzyjającym klimacie. Nie należy pozostawiać na zimę warstw z asfaltem 20/30 bez przykrycia kolejną warstwą.

Właściwości wg PN-EN 12591:2010

Tablica 5.1. Właściwości asfaltu drogowego 20/30

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Wymaganie
Penetracja w 25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	20 – 30
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	55 – 63
Temperatura łamliwości wg Fraassa	PN-EN 12593	°C	NR
Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥ 240
Rozpuszczalność	PN-EN 12592	% (m/m)	≥ 99,0
Zmiana masy po starzeniu RTFOT (wartość bezwzględna)	PN-EN 12607-1	% (m/m)	≤ 0,5
Pozostała penetracja po starzeniu RTFOT	PN-EN 12607-1 PN-EN 1426	%	≥ 55
Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu RTFOT	PN-EN 12607-1 PN-EN 1427	°C	≤ 8
Lepkość kinematyczna w 135°C	PN-EN 12595	mm²/s	NR
Lepkość dynamiczna w 60°C	PN-EN 12596	Pa*s	NR

Temperatura łamliwości Fraassa

W niektórych specyfikacjach kontraktowych pojawia się wymaganie, aby asfalt drogowy 20/30 charakteryzował się temperaturą łamliwości nie większą niż -5°C (dokładnie tak samo, jak bardziej miękki asfalt 35/50). Jest to wymaganie nie mające podstawy w normie PN-EN 12591:2010, co więcej norma nie zawiera opcji dodania takiego wymagania dla asfaltu 20/30. Jest to jedyny asfalt według normy, dla którego nie określono wymagania wobec temperatury łamliwości, a przyczyną tej „luki w normie” jest znikomy wpływ producenta na ten parametr.

Produkcja tak twardego asfaltu wymaga, aby producent zmieścił się w gotowym produkcie w bardzo wąskim przedziale penetracji od 20 do 30 [0,1 mm]. Z drugiej strony, producent musi zmieścić się jednocześnie w przedziale temperatury mięknięcia PiK od 55 do 63°C. Są więc dwa ograniczenia, a biorąc pod uwagę dokładność pomiarów penetracji i temperatury mięknięcia, przedziały te są jeszcze węższe. Temperatura łamliwości wg Fraassa jest zależna w dużym stopniu od twardości lepiszcza, a więc penetracji i temperatury mięknięcia. Zatem, aby uzyskać oczekiwany wynik „Fraassa” producent musi produkować asfalt 20/30 możliwie blisko górnej granicy penetracji, czyli ok. 28÷30 [0,1 mm]. Jednak mimo takiego ustawienia produkcji, dobry wynik łamliwości nie jest gwarantowany, ponieważ dużą rolę odgrywa tu surowiec do produkcji asfaltów. Zwykle, jeśli chcielibyśmy uzyskać dobry parametr łamliwości należałoby stosować surowiec relatywnie miękki lub wręcz fluksovany. Jednak w tym wypadku powstaje problem dużego przyrostu temperatury mięknięcia, ponad górną granicę przedziału normowego (63°C). W ten sposób powstają ograniczenia dla asfaltu 20/30. Nie można „poświęcić” temperatury mięknięcia na rzecz lepszej temperatury łamliwości ponieważ temperatura mięknięcia należy do podstawowych właściwości asfaltów, na podstawie której producent może oznakować asfalt CE.

Opisany powyżej problem został rozwiązany w projekcie załącznika krajowego do normy prEN 13924-2 dla asfaltów wielorodajowych (rozdział 4. tablica 4.7.), w którym dla MG 20/30 przy tym samym zakresie penetracji (20÷30) zakres temperatury mięknięcia jest odpowiednio przesunięty do 64÷74°C. Jednocześnie temperatura łamliwości została ustalona na nie więcej niż -8°C.

W ORLEN Asphalt przyjęto zasadę, że mimo braku wymagania normowego, każda partia produkcyjna asfaltu 20/30 zostanie zbadana także w zakresie temperatury łamliwości. W tablicy 5.2 przedstawiono wyniki statystyczne z kontroli w latach 2011÷2013. Zważywszy, że diskutowane jest także wprowadzenie wymagania do temperatury łamliwości metodą Fraassa zbadanej na próbce asfaltu po starzeniu RTFOT, w tablicy 5.3. podano wyniki z odpowiednich badań.

Tablica 5.2. Wyniki średnich arytmetycznych z podstawowych parametrów asfaltu 20/30: penetracji w 25°C, temperatury mięknięcia PiK i temperatury łamliwości Fraassa w latach 2011-2013

Właściwość	Wartości średniej arytmetycznej z badań wszystkich partii produkcyjnych (w nawiasach podano odchylenia standardowe)		
	2011	2012	2013**
Penetracja w 25°C, 0,1 mm wg PN-EN 1426	27,8 (1,5)	27,9 (1,7)	28,0 (1,2)
Temperatura mięknięcia PiK, °C wg PN-EN 1427	61,8 (1,1)	62,4 (0,6)	62,1 (0,6)
Temperatura łamliwości met. Fraassa*), °C PN-EN 12593	-7,5 (1,8)	-7,5 (1,5)	-8,8 (2,4)

*) Właściwość nie wymagana normą, badana dodatkowo
**) wyniki dla pierwszych trzech kwartałów 2013 r.

Tablica 5.3 Wyniki średnich z podstawowych parametrów asfaltu 20/30 uzyskanych po starzeniu RTFOT dla penetracji w 25°C, temperatury mięknięcia PiK i temperatury łamliwości Fraassa. Dane z roku 2013 (do dnia 30.09.2013 r.)

Właściwość	Wartości średniej arytmetycznej z badań wykonywanych jeden raz w miesiącu (w nawiasach podano odchylenia standardowe)
	2013
Penetracja w 25°C, 0,1 mm wg PN-EN 1426 po starzeniu RTFOT wg PN-EN 12607-1	20,2 (0,8)
Temperatura mięknięcia PiK, °C wg PN-EN 1427 po starzeniu RTFOT wg PN-EN 12607-1	69,0 (0,9)
Temperatura łamliwości met. Fraassa, °C PN-EN 12593 po starzeniu RTFOT wg PN-EN 12607-1*)	-6,8 (2,3)

*) Właściwość nie wymagana normą, badana dodatkowo

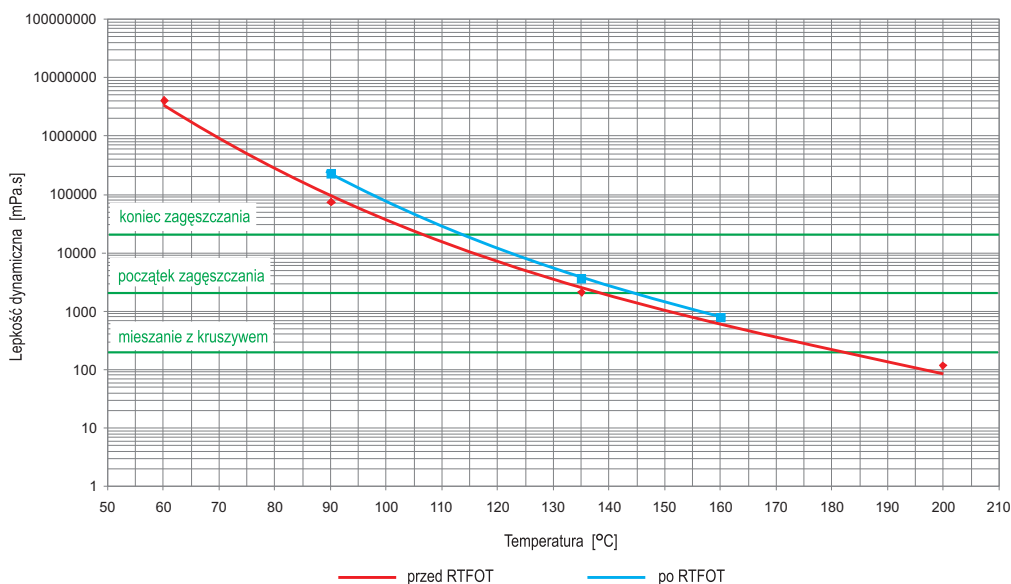
Właściwości wg Superpave

Właściwości asfaltu 20/30 wg Superpave (na podstawie badań wykonanych w latach 2009-2012).

- klasyfikacja wg AASHTO MP 1: **PG 82-16**
- górne temperatury krytyczne (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (asfalt świeży) $T_{kryt} = 83,7^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT) $T_{kryt} = 84,7^{\circ}\text{C}$
 - $G^*\sin\delta = 5000$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT i PAV) $T_{kryt} = 26,0^{\circ}\text{C}$
- dolne temperatury krytyczne (AASHTO PP 42; PN-EN 14771):
 - temperatura przy $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -14,7^{\circ}\text{C}$
 - temperatura przy $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -8,1^{\circ}\text{C}$
 - sztywność w temperaturze -16°C $S(T)_{-16} = 370,5$ MPa
- wyniki i klasyfikacja według metody MSCR (wyjaśnienie w rozdziale 9.)

Temperatura	64°C	70°C
J_{nr} 0,1 kPa	0,169	0,427
J_{nr} 3,2 kPa	0,185	0,503
J_{nr} diff	9,7	17,8
R 0,1 kPa	33,4	17,1
R 3,2 kPa	28,9	10,0
R diff	13	42
Końcowa klasyfikacja przydatności dla ruchu drogowego (w temperaturze badania) według najnowszej klasyfikacji PG	E (Extreme)	V (Very Heavy)

Zależność lepkości od temperatury



Rys. 5.2. Zależność lepkości od temperatury dla asfaltu drogowego 20/30

Tablica 5.4. Przykładowe wyniki badań lepkości asfaltu 20/30 produkowanego w latach 2012-2013. Badania wykonane w ORLEN Laboratorium sp. z o.o.

Rodzaj lepkości	Metoda badania	Dokument odniesienia	Parametry sprzętu	Jednostka	Temperatura badania	Przykładowy wynik badania lepkości
dynamiczna	próżniowa kapilarna	PN-EN 12596	—	Pa*s	60°C	3 313
	lepkościomierz obrotowy Brookfielda	ASTM D4402 PN-EN 13702-2	wrzeczono nr 21, 29	Pa*s	90°C	70,80
					135°C	2,06
					160°C	0,43
			wrzeczono nr 27	Pa*s	90°C po RTFOT	209,00
					135°C po RTFOT	3,23
					160°C po RTFOT	0,73
kinematyczna	lepkościomierz typu BS/IP/RF	PN-EN 12595	—	mm ² /s	135°C	1 655

Temperatury technologiczne

W laboratorium	
Temperatura zagęszczania próbek (próbki Marshalla lub próbki zagęszczane w prasie żyrotorowej)	155 ÷ 160°C
Na otaczarni	
Temperatura pompowania asfaltu	> 145°C
Temperatura asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej	175 ÷ 185°C
Temperatura asfaltu lanego MA w mieszalniku otaczarki (przy czasie przechowywania mma do 8h)	< 230°C
Temperatura asfaltu lanego MA w mieszalniku otaczarki (przy czasie przechowywania mma do 4h)	< 240°C
Uwaga: podczas produkcji asfaltu lanego MA zaleca się stosowanie dodatków obniżających temperaturę technologiczną (mieszania z kruszywem i wbudowania), tak aby produkcja asfaltu lanego odbywała się w temperaturze poniżej 200°C.	
Na budowie	
Temperatura minimalna dostarczonej mieszanki mineralno-asfaltowej (w koszu rozkładarki)	165°C

Magazynowanie

Magazynowanie krótkotrwałe w wysokiej temperaturze (do 10 dni)

- zalecana temperatura magazynowania asfaltu: ≤ 185°C

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 10 dni) w wysokiej temperaturze

Zaleca się unikanie przechowywania asfaltu w wysokiej temperaturze przez długie okresy czasu. W przypadku konieczności magazynowania asfaltu drogowego 20/30 w zbiorniku w wysokiej temperaturze (do 185°C) przez ponad 10 dni zaleca się przeprowadzenie kontroli stopnia starzenia lepiszcza przed użyciem asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej. Należy zbadać: penetrację w 25°C wg PN-EN 1426 lub temperaturę mięknięcia wg PN-EN 1427.

W przypadku nadmiernego zestarzenia lepiszcza należy rozpocząć procedurę kontrolowanego utylizowania produktu (procedura ZKP zgodna z PN-EN 13108-21).

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 10 dni) w obniżonej temperaturze

W przypadku konieczności magazynowania asfaltu drogowego 20/30 w znacznie dłuższym okresie niż 10 dni zaleca się obniżenie temperatury asfaltu i rozgrzanie przed ponownym użyciem. W przypadku planowanego długiego okresu przechowywania bez produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej dopuszczalne jest przechowywanie asfaltu w temperaturze otoczenia. Warunkiem takiego przechowywania jest wyposażenie zbiornika do magazynowania w odpowiedniej mocy urządzenia grzewcze gwarantujące późniejsze rozgrzanie asfaltu bez ryzyka miejscowego przepalenia lepszczą podczas długotrwałego rozgrzewania.

5.2.2. Asfalt drogowy 35/50

Przeznaczenie

Asfalt drogowy 35/50 może być stosowany do betonów asfaltowych w warstwach podbudowy i wiążącej do kategorii ruchu KR1-KR6. Nie należy stosować asfaltu 35/50 do warstw ścieralnych.

Właściwości wg PN-EN 12591:2010

Tablica 5.5. Właściwości asfaltu drogowego 35/50

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Wymaganie
Penetracja w 25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	35 – 50
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	50 – 58
Temperatura łamliwości wg Fraassa	PN-EN 12593	°C	≤ -5
Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥ 240
Rozpuszczalność	PN-EN 12592	% (m/m)	≥ 99,0
Zmiana masy po starzeniu RTFOT (wartość bezwzględna)	PN-EN 12607-1	% (m/m)	≤ 0,5
Pozostała penetracja po starzeniu RTFOT	PN-EN 12607-1 PN-EN 1426	%	≥ 53
Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu RTFOT	PN-EN 12607-1 PN-EN 1427	°C	≤ 8
Lepkość kinematyczna w 135°C	PN-EN 12595	mm²/s	NR
Lepkość dynamiczna w 60°C	PN-EN 12596	Pa*s	NR

Właściwości wg Superpave

Właściwości asfaltu 35/50 wg *Superpave* (na podstawie badań wykonanych w latach 2009-2012).

- klasyfikacja wg AASHTO MP 1: **PG 70-16**

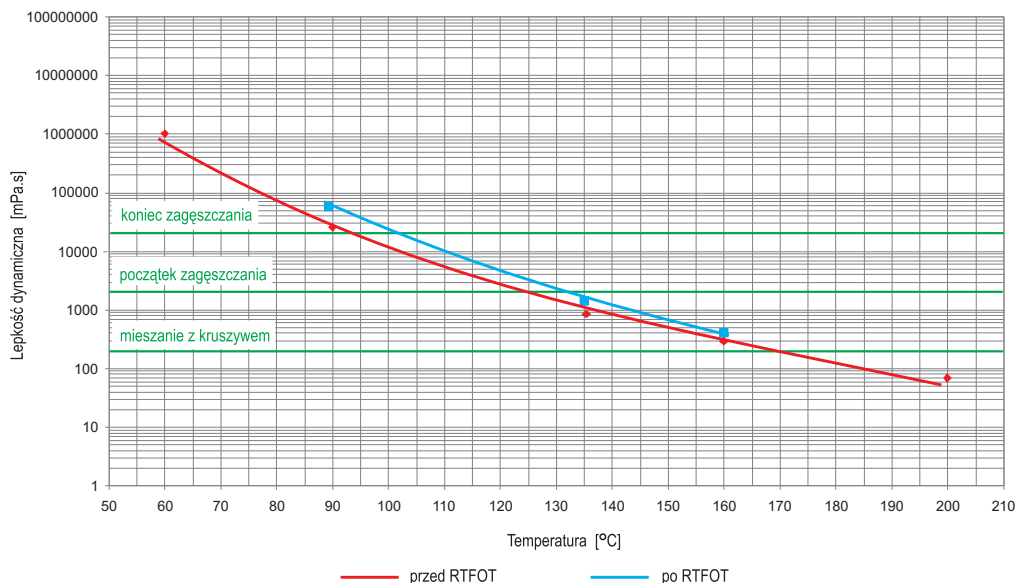
- górne temperatury krytyczne (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (asfalt świeży) $T_{kryt} = 73,2^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT) $T_{kryt} = 74,2^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 5000$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT i PAV) $T_{kryt} = 23,1^{\circ}\text{C}$
- dolne temperatury krytyczne (AASHTO PP 42; PN-EN 14771):
 - temperatura przy $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -15,4^{\circ}\text{C}$
 - temperatura przy $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -11,5^{\circ}\text{C}$
 - szttywność w temperaturze -16°C $S(T)_{-16} = 338,5$ MPa
- wyniki i klasyfikacja według metody MSCR (wyjaśnienie w rozdziale 9.)

Temperatura	64°C	70°C
J_{nr} 0,1 kPa	0,882	2,689
J_{nr} 3,2 kPa	1,004	3,104
J_{nr} diff	13,8	15,4
R 0,1 kPa	12,5	4,6
R 3,2 kPa	5,9	0,6
R diff	53	87
Końcowa klasyfikacja przydatności dla ruchu drogowego (w temperaturze badania) według najnowszej klasyfikacji PG	V (Very Heavy)	S (Standard)

Temperatury technologiczne

W laboratorium	
Temperatura zagęszczania próbek (próbki Marshalla lub próbki zagęszczane w prasie żyrotorowej)	140 ÷ 145°C
Na otaczarni	
Temperatura pompowania asfaltu	> 140°C
Temperatura asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej	165 ÷ 175°C
Temperatura asfaltu lanego MA w mieszalniku otaczarki (przy czasie przechowywania mma do 8h)	< 230°C
Temperatura asfaltu lanego MA w mieszalniku otaczarki (przy czasie przechowywania mma do 4h)	< 240°C
Uwaga: podczas produkcji asfaltu lanego MA zaleca się stosowanie dodatków obniżających temperaturę technologiczną (mieszania z kruszywem i wbudowania), tak aby produkcja asfaltu lanego odbywała się w temperaturze poniżej 200°C.	
Na budowie	
Temperatura minimalna dostarczonej mieszanki mineralno-asfaltowej (w koszu rozkładarki)	150°C

Zależność lepkości od temperatury



Rys. 5.3. Zależność lepkości od temperatury dla asfaltu drogowego 35/50

Tablica 5.6. Przykładowe wyniki badań lepkości asfaltu 35/50 produkowanego w latach 2012-2013. Badania wykonane w ORLEN Laboratorium sp. z o.o.

Rodzaj lepkości	Metoda badania	Dokument odniesienia	Parametry sprzętu	Jednostka	Temperatura badania	Przykładowy wynik badania lepkości
dynamiczna	próżniowa kapilarna	PN-EN 12596	—	Pa*s	60°C	758
	lepkościomierz obrotowy Brookfielda	ASTM D4402 PN-EN 13702-2	wrzeczono nr 21, 29	Pa*s	90°C	23,91
					135°C	0,82
					160°C	0,25
			wrzeczono nr 27	Pa*s	90°C po RTFOT	55,00
					135°C po RTFOT	1,42
					160°C po RTFOT	0,38
kinematyczna	lepkościomierz typu BS/IP/RF	PN-EN 12595	—	mm²/s	135°C	856

Magazynowanie

Magazynowanie krótkotrwałe w wysokiej temperaturze (do 10 dni)

- zalecana temperatura magazynowania asfaltu: $\leq 185^{\circ}\text{C}$

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 10 dni) w wysokiej temperaturze

Zaleca się unikanie przechowywania asfaltu w wysokiej temperaturze przez długie okresy czasu. W przypadku konieczności magazynowania asfaltu drogowego 35/50 w zbiorniku w wysokiej temperaturze (do 185°C) przez

ponad 10 dni zaleca się przeprowadzenie kontroli stopnia starzenia lepiszcza przed użyciem asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej. Należy zbadać: penetrację w 25°C wg PN-EN 1426 lub temperaturę mięknięcia wg PN-EN 1427.

W przypadku nadmiernego zestarzenia lepiszcza należy rozpocząć procedurę kontrolowanego utylizowania produktu (procedura ZKP zgodna z PN-EN 13108-21).

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 10 dni) w obniżonej temperaturze

W przypadku konieczności magazynowania asfaltu drogowego 35/50 w znacznie dłuższym okresie niż 10 dni zaleca się obniżenie temperatury asfaltu i rozgrzanie przed ponownym użyciem. W przypadku planowanego długiego okresu przechowywania bez produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej dopuszczalne jest przechowywanie asfaltu w temperaturze otoczenia. Warunkiem takiego przechowywania jest wyposażenie zbiornika do magazynowania w odpowiedniej mocy urządzenia grzewcze gwarantujące późniejsze rozgrzanie asfaltu bez ryzyka miejscowego przepalenia lepiszcza podczas długotrwałego rozgrzewania.

5.2.3. Asfalt drogowy 50/70

Przeznaczenie

Asfalt drogowy 50/70 może być stosowany przede wszystkim do betonów asfaltowych i SMA w warstwach ściernych kategorii ruchu KR1-KR4 pod warunkiem spełnienia postawionych wymagań odporności mieszanki na koleinowanie.

Właściwości wg PN-EN 12591:2010

Tablica 5.7. Właściwości asfaltu drogowego 50/70

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Wymaganie
Penetracja w 25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	50 – 70
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	46 – 54
Temperatura łamliwości wg Fraassa	PN-EN 12593	°C	≤ -8
Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥ 230
Rozpuszczalność	PN-EN 12592	% (m/m)	≥ 99,0
Zmiana masy po starzeniu RTFOT (wartość bezwzględna)	PN-EN 12607-1	% (m/m)	≤ 0,5
Pozostała penetracja po starzeniu RTFOT	PN-EN 12607-1 PN-EN 1426	%	≥ 50
Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu RTFOT	PN-EN 12607-1 PN-EN 1427	°C	≤ 9
Lepkość kinematyczna w 135°C	PN-EN 12595	mm²/s	NR
Lepkość dynamiczna w 60°C	PN-EN 12596	Pa*s	NR

Właściwości wg Superpave

Właściwości asfaltu 50/70 wg Superpave (na podstawie badań wykonanych w latach 2009-2012).

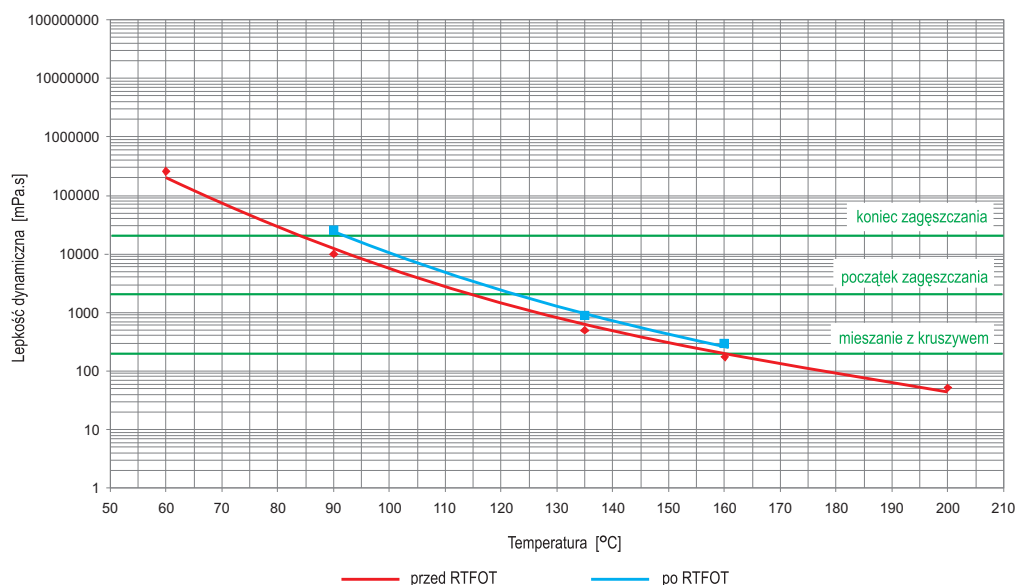
- klasyfikacja wg AASHTO MP 1: **PG 64-22**
- górne temperatury krytyczne (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (asfalt świeży) $T_{kryt} = 67,7^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT) $T_{kryt} = 67,8^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 5000$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT i PAV) $T_{kryt} = 20,5^{\circ}\text{C}$
- dolne temperatury krytyczne (AASHTO PP 42; PN-EN 14771):
 - temperatura przy $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -16,6^{\circ}\text{C}$
 - temperatura przy $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -15,0^{\circ}\text{C}$
 - sztywność w temperaturze -16°C $S(T)_{-16} = 294$ MPa
- wyniki i klasyfikacja według metody MSCR (wyjaśnienie w rozdziale 9.)

Temperatura	58°C	64°C
J_{nr} 0,1 kPa	0,730	2,280
J_{nr} 3,2 kPa	0,810	2,588
J_{nr} diff	11,0	13,5
R 0,1 kPa	11,5	4,5
R 3,2 kPa	4,0	0,5
R diff	66	89
Końcowa klasyfikacja przydatności dla ruchu drogowego (w temperaturze badania) według najnowszej klasyfikacji PG	V (Very Heavy)	S (Standard)

Temperatury technologiczne

W laboratorium	
Temperatura zagęszczania próbek (próbki Marshalla lub próbki zagęszczane w prasie żyratorowej)	135 ÷ 140°C
Na odczarni	
Temperatura pompowania asfaltu	> 130°C
Temperatura asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej	155 ÷ 165°C
Na budowie	
Temperatura minimalna dostarczonej mieszanki mineralno-asfaltowej (w koszu rozkładarki)	145°C

Zależność lepkości od temperatury



Rys. 5.4. Zależność lepkości od temperatury dla asfaltu drogowego 50/70

Tablica 5.8. Przykładowe wyniki badań lepkości asfaltu 50/70 produkowanego w latach 2012-2013. Badania wykonane w ORLEN Laboratorium sp. z o.o.

Rodzaj lepkości	Metoda badania	Dokument odniesienia	Parametry sprzętu	Jednostka	Temperatura badania	Przykładowy wynik badania lepkości
dynamiczna	próżniowa kapilarna	PN-EN 12596	—	Pa*s	60°C	292
	lepkościomierz obrotowy Brookfielda	ASTM D4402 PN-EN 13702-2	wrzeciono nr 21	Pa*s	90°C	9,50
					135°C	0,46
					160°C	0,17
			wrzeciono nr 27	Pa*s	90°C po RTFOT	22,59
					135°C po RTFOT	0,81
					160°C po RTFOT	0,24
kinematyczna	lepkościomierz typu BS/IP/RF	PN-EN 12595	—	mm²/s	135°C	505

Magazynowanie

Magazynowanie krótkotrwałe w wysokiej temperaturze (do 10 dni)

- zalecana temperatura magazynowania asfaltu: $\leq 185^{\circ}\text{C}$

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 10 dni) w wysokiej temperaturze

Zaleca się unikanie przechowywania asfaltu w wysokiej temperaturze przez długie okresy czasu. W przypadku konieczności magazynowania asfaltu drogowego 50/70 w zbiorniku w wysokiej temperaturze (do 185°C) przez ponad 10 dni zaleca się przeprowadzenie kontroli stopnia starzenia lepiszcza przed użyciem asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej. Należy zbadać: penetrację w 25°C wg PN-EN 1426 lub temperaturę mięknięcia wg PN-EN 1427.

W przypadku nadmiernego zestarzenia lepiszcza należy rozpocząć procedurę kontrolowanego utylizowania produktu (procedura ZKP zgodna z PN-EN 13108-21).

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 10 dni) w obniżonej temperaturze

W przypadku konieczności magazynowania asfaltu drogowego 50/70 w znacznie dłuższym okresie niż 10 dni zaleca się obniżenie temperatury asfaltu i rozgrzanie przed ponownym użyciem. W przypadku planowanego długiego okresu przechowywania bez produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej dopuszczalne jest przechowywanie asfaltu w temperaturze otoczenia. Warunkiem takiego przechowywania jest wyposażenie zbiornika do magazynowania w odpowiedniej mocy urządzenia grzewcze gwarantujące późniejsze rozgrzanie asfaltu bez ryzyka miejscowego przepalenia lepiszcza podczas długotrwałego rozgrzewania.

5.2.4. Asfalt drogowy 70/100

Przeznaczenie

Asfalt drogowy 70/100 w ograniczonym zakresie może być stosowany do betonów asfaltowych i SMA w warstwach ścieralnych kategorii ruchu KR1-KR2, przy założeniu, że potwierdzona zostanie odporność mieszanki na koleinowanie. Można go także stosować do produkcji emulsji asfaltowych.

Właściwości wg PN-EN 12591:2010

Tablica 5.9. Właściwości asfaltu drogowego 70/100

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Wymaganie
Penetracja w 25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	70 – 100
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	43 – 51
Temperatura łamliwości wg Fraassa	PN-EN 12593	°C	≤ -10
Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥ 230
Rozpuszczalność	PN-EN 12592	% (m/m)	≥ 99,0
Zmiana masy po starzeniu RTFOT (wartość bezwzględna)	PN-EN 12607-1	% (m/m)	≤ 0,8
Pozostała penetracja po starzeniu RTFOT	PN-EN 12607-1 PN-EN 1426	%	≥ 46
Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu RTFOT	PN-EN 12607-1 PN-EN 1427	°C	≤ 9
Lepkość kinematyczna w 135°C	PN-EN 12595	mm ² /s	NR
Lepkość dynamiczna w 60°C	PN-EN 12596	Pa*s	NR

Właściwości wg Superpave

Właściwości asfaltu 70/100 wg Superpave (na podstawie badań wykonanych w latach 2009-2012).

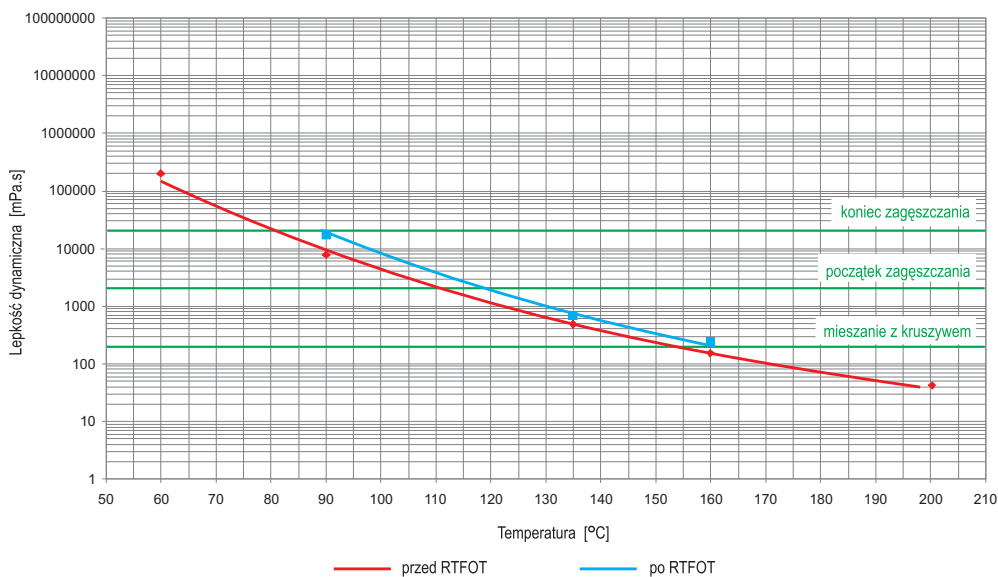
- klasyfikacja wg AASHTO MP 1: **PG 58-22**
- górne temperatury krytyczne (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (asfalt świeży) $T_{kryt} = 63,4^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT) $T_{kryt} = 63,6^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 5000$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT i PAV) $T_{kryt} = 19,1^{\circ}\text{C}$
- dolne temperatury krytyczne (AASHTO PP 42; PN-EN 14771):
 - temperatura przy $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -16,9^{\circ}\text{C}$
 - temperatura przy $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -16,2^{\circ}\text{C}$
 - sztywność w temperaturze -16°C $S(T)_{-16} = 285$ MPa
- wyniki i klasyfikacja według metody MSCR (wyjaśnienie w rozdziale 9.)

Temperatura	58°C	64°C
J_{nr} 0,1 kPa	1,965	4,070
J_{nr} 3,2 kPa	2,273	4,560
J_{nr} diff	15,7	12,0
R 0,1 kPa	2,7	1,7
R 3,2 kPa	0,5	0,0
R diff	81	100
Końcowa klasyfikacja przydatności dla ruchu drogowego (w temperaturze badania) według najnowszej klasyfikacji PG	S (Standard)	nieklasyfikowany

Temperatury technologiczne

W laboratorium	
Temperatura zagęszczania próbek (próbki Marshalla lub próbki zagęszczane w prasie żyrotorowej)	130 ÷ 135°C
Na odczarni	
Temperatura pompowania asfaltu	> 130°C
Temperatura asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej	150 ÷ 160°C
Na budowie	
Temperatura minimalna dostarczonej mieszanki mineralno-asfaltowej (w koszu rozkładarki)	140°C

Zależność lepkości od temperatury



Rys. 5.5. Zależność lepkości od temperatury dla asfaltu drogowego 70/100

Tablica 5.10. Przykładowe wyniki badań lepkości asfaltu 70/100 produkowanego w latach 2012-2013. Badania wykonane w ORLEN Laboratorium sp. z o.o.

Rodzaj lepkości	Metoda badania	Dokument odniesienia	Parametry sprzętu	Jednostka	Temperatura badania	Przykładowy wynik badania lepkości
dynamiczna	próżniowa kapilarna	PN-EN 12596	—	Pa*s	60°C	149
	lepkościomierz obrotowy Brookfielda	ASTM D4402 PN-EN 13702-2	wrzeciono nr 21	Pa*s	90°C	7,47
					135°C	0,41
					160°C	0,15
			wrzeciono nr 27	Pa*s	90°C po RTFOT	17,53
					135°C po RTFOT	0,64
					160°C po RTFOT	0,21
kinematyczna	lepkościomierz typu BS/IP/RF	PN-EN 12595	—	mm²/s	135°C	372

Magazynowanie

Magazynowanie krótkotrwale w wysokiej temperaturze (do 10 dni)

- zalecana temperatura magazynowania asfaltu: $\leq 180^{\circ}\text{C}$

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 10 dni) w wysokiej temperaturze

Zaleca się unikanie przechowywania asfaltu w wysokiej temperaturze przez długie okresy czasu. W przypadku konieczności magazynowania asfaltu drogowego 70/100 w zbiorniku w wysokiej temperaturze (do 180°C) przez ponad 10 dni zaleca się przeprowadzenie kontroli stopnia starzenia lepiszcza przed użyciem asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej. Należy zbadać: penetrację w 25°C wg PN-EN 1426 lub temperaturę mięknięcia wg PN-EN 1427.

W przypadku nadmiernego zestarzenia lepiszcza należy rozpocząć procedurę kontrolowanego utylizowania produktu (procedura ZKP zgodna z PN-EN 13108-21).

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 10 dni) w obniżonej temperaturze

W przypadku konieczności magazynowania asfaltu drogowego 70/100 w znacznie dłuższym okresie niż 10 dni zaleca się obniżenie temperatury asfaltu i rozgrzanie przed ponownym użyciem. W przypadku planowanego długiego okresu przechowywania bez produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej dopuszczalne jest przechowywanie asfaltu w temperaturze otoczenia. Warunkiem takiego przechowywania jest wyposażenie zbiornika do magazynowania w odpowiedniej mocy urządzenia grzewcze gwarantujące późniejsze rozgrzanie asfaltu bez ryzyka miejscowego przepalenia lepiszcza podczas długotrwałego rozgrzewania.

5.2.5. Asfalt drogowy 100/150

Przeznaczenie

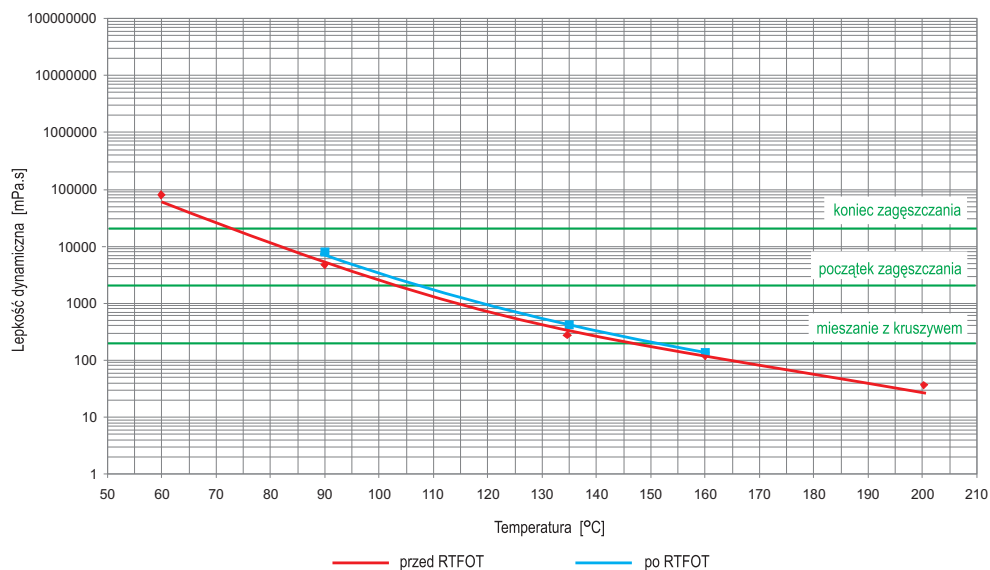
Asfalt drogowy 100/150 to lepiszcze przeznaczone głównie do produkcji emulsji asfaltowych o różnym przeznaczeniu.

Właściwości wg PN-EN 12591:2010

Tablica 5.11. Właściwości asfaltu drogowego 100/150

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Wymaganie
Penetracja w 25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	100 – 150
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	39 – 47
Temperatura łamliwości wg Fraassa	PN-EN 12593	°C	≤ -12
Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥ 230
Rozpuszczalność	PN-EN 12592	% (m/m)	≥ 99,0
Zmiana masy po starzeniu RTFOT (wartość bezwzględna)	PN-EN 12607-1	% (m/m)	≤ 0,8
Pozostała penetracja po starzeniu RTFOT	PN-EN 12607-1 PN-EN 1426	%	≥ 43
Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu RTFOT	PN-EN 12607-1 PN-EN 1427	°C	≤ 10
Lepkość kinematyczna w 135°C	PN-EN 12595	mm²/s	NR
Lepkość dynamiczna w 60°C	PN-EN 12596	Pa*s	NR

Zależność lepkości od temperatury



Rys. 5.6. Zależność lepkości od temperatury dla asfaltu drogowego 100/150

Tablica 5.12. Przykładowe wyniki badań lepkości asfaltu 100/150 produkowanego w latach 2012-2013. Badania wykonane w ORLEN Laboratorium sp. z o.o.

Rodzaj lepkości	Metoda badania	Dokument odniesienia	Parametry sprzętu	Jednostka	Temperatura badania	Przykładowy wynik badania lepkości
dynamiczna	próżniowa kapilarna	PN-EN 12596	—	Pa*s	60°C	86,5
	lepkościomierz obrotowy Brookfielda	ASTM D4402 PN-EN 13702-2	wrzecziono nr 18, 21	Pa*s	90°C	4,03
					135°C	0,26
					160°C	0,11
			wrzecziono nr 21	Pa*s	90°C po RTFOT	6,90
					135°C po RTFOT	0,37
					160°C po RTFOT	0,13
kinematyczna	lepkościomierz typu BS/IP/RF	PN-EN 12595	—	mm²/s	135°C	302

Magazynowanie

Magazynowanie krótkotrwałe w wysokiej temperaturze (do 10 dni)

- zalecana temperatura magazynowania asfaltu: $\leq 180^{\circ}\text{C}$

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 10 dni) w wysokiej temperaturze

Zaleca się unikanie przechowywania asfaltu w wysokiej temperaturze przez długie okresy czasu. W przypadku konieczności magazynowania asfaltu drogowego 100/150 w zbiorniku w wysokiej temperaturze (do 180°C) przez ponad 10 dni zaleca się przeprowadzenie kontroli stopnia starzenia lepiszcza przed użyciem asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej. Należy zbadać: penetrację w 25°C wg PN-EN 1426 lub temperaturę mięknięcia wg PN-EN 1427.

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 10 dni) w obniżonej temperaturze

W przypadku konieczności magazynowania asfaltu drogowego 100/150 w znacznie dłuższym okresie niż 10 dni zaleca się obniżenie temperatury asfaltu i rozgrzanie przed ponownym użyciem. W przypadku planowanego długiego okresu przechowywania bez produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej dopuszczalne jest przechowywanie asfaltu w temperaturze otoczenia. Warunkiem takiego przechowywania jest wyposażenie zbiornika do magazynowania w odpowiedniej mocy urządzenia grzewcze gwarantujące późniejsze rozgrzanie asfaltu bez ryzyka miejscowego przepalenia lepiszcza podczas długotrwałego rozgrzewania.

5.2.6. Asfalt drogowy 160/220

Przeznaczenie

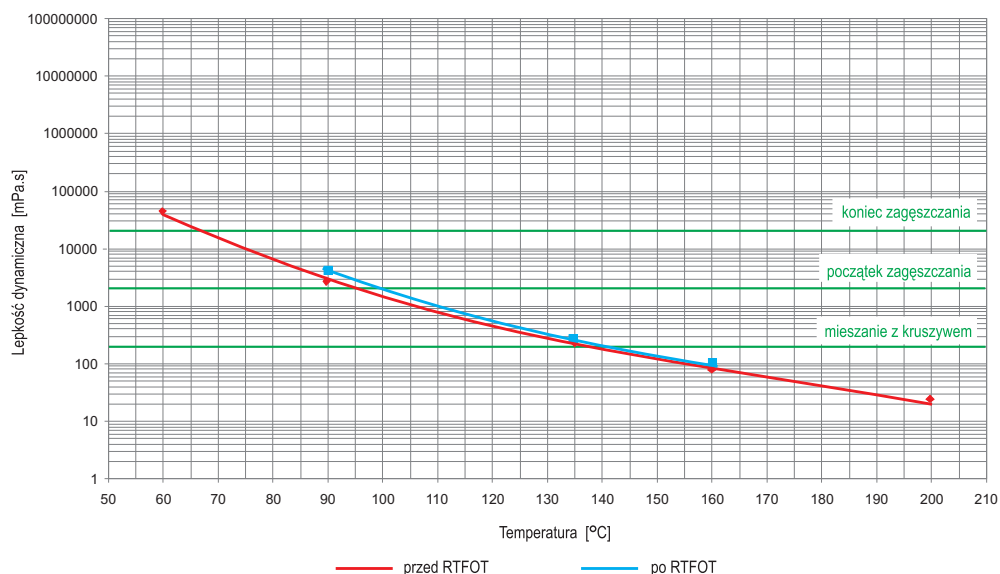
Asfalt drogowy 160/220 to lepiszcze przeznaczone głównie do produkcji emulsji asfaltowych o różnym przeznaczeniu.

Właściwości wg PN-EN 12591:2010

Tablica 5.13. Właściwości asfaltu drogowego 160/220

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Wymaganie
Penetracja w 25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	160 – 220
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	35 – 43
Temperatura łamliwości wg Fraassa	PN-EN 12593	°C	≤ -15
Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥ 220
Rozpuszczalność	PN-EN 12592	% (m/m)	≥ 99,0
Zmiana masy po starzeniu RTFOT (wartość bezwzględna)	PN-EN 12607-1	% (m/m)	≤ 1,0
Pozostała penetracja po starzeniu RTFOT	PN-EN 12607-1 PN-EN 1426	%	≥ 37
Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu RTFOT	PN-EN 12607-1 PN-EN 1427	°C	≤ 11
Lepkość kinematyczna w 135°C	PN-EN 12595	mm²/s	NR
Lepkość dynamiczna w 60°C	PN-EN 12596	Pa·s	NR

Zależność lepkości od temperatury



Rys. 5.7. Zależność lepkości od temperatury dla asfaltu drogowego 160/220

Tablica 5.14. Przykładowe wyniki badań lepkości asfaltu 160/220 produkowanego w latach 2012-2013. Badania wykonane w ORLEN Laboratorium sp. z o.o.

Rodzaj lepkości	Metoda badania	Dokument odniesienia	Parametry sprzętu	Jednostka	Temperatura badania	Przykładowy wynik badania lepkości
dynamiczna	próżniowa kapilarna	PN-EN 12596	—	Pa*s	60°C	70,0
	lepkościomierz obrotowy Brookfielda	ASTM D4402 PN-EN 13702-2	wrzeczono nr 21	Pa*s	90°C	2,66
					135°C	0,20
					160°C	0,08
			wrzeczono nr 21	Pa*s	90°C po RTFOT	4,35
					135°C po RTFOT	0,27
					160°C po RTFOT	0,11
kinematyczna	lepkościomierz typu BS/IP/RF	PN-EN 12595	—	mm²/s	135°C	233

Magazynowanie

Magazynowanie krótkotrwałe w wysokiej temperaturze (do 10 dni)

- zalecana temperatura magazynowania asfaltu: $\leq 180^{\circ}\text{C}$

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 10 dni) w wysokiej temperaturze

Zaleca się unikanie przechowywania asfaltu w wysokiej temperaturze przez długie okresy czasu. W przypadku konieczności magazynowania asfaltu drogowego 160/220 w zbiorniku w wysokiej temperaturze (do 180°C) przez ponad 10 dni zaleca się przeprowadzenie kontroli stopnia starzenia lepiszcza przed użyciem asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej. Należy zbadać: penetrację w 25°C wg PN-EN 1426 lub temperaturę mięknięcia wg PN-EN 1427.

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 10 dni) w obniżonej temperaturze

W przypadku konieczności magazynowania asfaltu drogowego 160/220 w znacznie dłuższym okresie niż 10 dni zaleca się obniżenie temperatury asfaltu i rozgrzanie przed ponownym użyciem. W przypadku planowanego długiego okresu przechowywania bez produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej dopuszczalne jest przechowywanie asfaltu w temperaturze otoczenia. Warunkiem takiego przechowywania jest wyposażenie zbiornika do magazynowania w odpowiedniej mocy urządzenia grzewcze gwarantujące późniejsze rozgrzanie asfaltu bez ryzyka miejscowego przepalenia lepiszcza podczas długotrwałego rozgrzewania.



Rozdział 6

ASFALTY MODYFIKOWANE POLIMERAMI ORBITON WG PN-EN 14023:2011

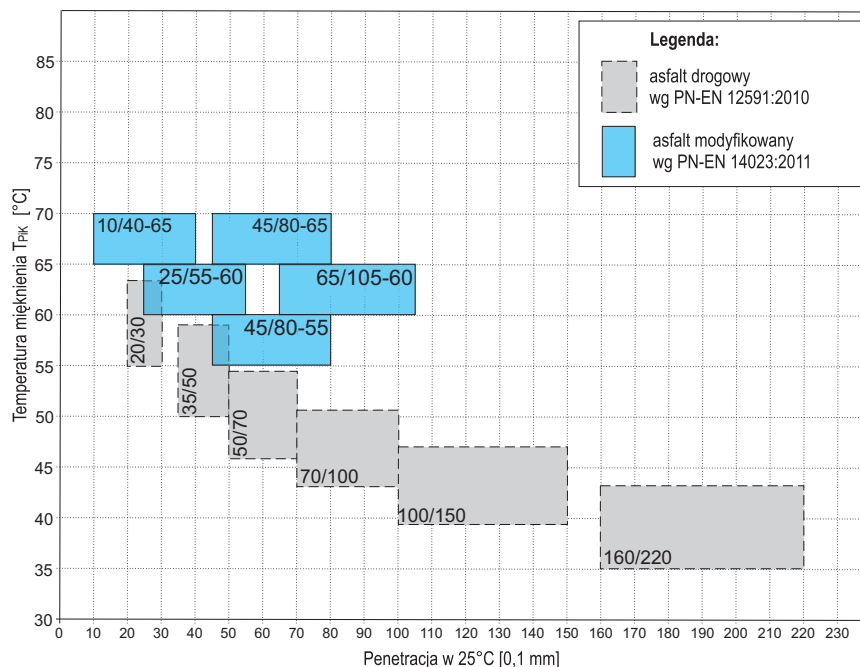
6.1. Opis ogólny

Od początku 2009 r. ORLEN Asphalt produkuje asfalty modyfikowane ORBITON wg Normy Europejskiej EN 14023, a w chwili opracowywania tego poradnika wg jej ostatniej polskiej wersji PN-EN 14023:2011.

Asfalty modyfikowane polimerami to grupa lepiszczy drogowych opracowana specjalnie z myślą przeciwdziałaniu najczęstszym problemom drogowym – odkształceniom pojawiających się na drogach obciążonych ciężkim i bardzo ciężkim ruchem, spękaniami niskotemperaturowym w okresie zimowym oraz w celu podwyższenia wytrzymałości zmęczeniowej nawierzchni.

W niniejszym Poradniku opisano asfalty modyfikowane ORBITON produkowane w oparciu o normę PN-EN 14023:2011 i przeznaczone do stosowania w budownictwie drogowym w Polsce. Spółka ORLEN Asphalt produkuje także asfalty modyfikowane ORBITON wg wymagań właściwych załączników krajowych NA normy EN 14023:2010 (np. dla Rumunii, Litwy, Łotwy, Czech, Słowacji, Niemiec, Węgier, itd.). Rodzaje produkowanych asfaltów przedstawiono w tablicy 6.1.

Nawierzchnie asfaltowe, w których zastosowano asfalt modyfikowany są trwalsze w porównaniu z nawierzchniami z asfaltem drogowym. Podstawowe różnice pomiędzy asfaltami drogowymi i asfaltami modyfikowanymi dla dwóch podstawowych parametrów lepiszcza: penetracji i temperatury mięknięcia przedstawiono w sposób graficzny na rys. 6.1.



Rys. 6.1. Graficzne porównanie opisanych w tym poradniku asfaltów drogowych i modyfikowanych w zakresie penetracji w 25°C i temperatury mięknięcia T_{PK}

Tablica 6.1. Rodzaje asfaltów modyfikowanych produkowanych przez ORLEN Asphalt

Rodzaje asfaltów modyfikowanych ORBITON wg załącznika NA dla Polski	Rodzaje asfaltów modyfikowanych ORBITON wg załączników NA dla pozostałych krajów UE, oznaczenia grup produktów
10/40-65 25/55-60 45/80-55 45/80-65 65/105-60	25/55-55 EXP 25/55-60 EXP 25/55-65 EXP 45/80-55 EXP

6.2. Przeznaczenie

Asfalty modyfikowane **ORBITON** to grupa nowoczesnych lepiszczy przeznaczonych do stosowania w nawierzchniach przenoszących ruch ciężki i bardzo ciężki. Prawdłowo zaprojektowane mieszanki mineralno-asfaltowe z użyciem tych asfaltów wykazują lepsze właściwości w porównaniu z ich odpowiednikami o podobnej twardości (asfalty drogowe i wielorodrajowe).

Paleta zastosowań asfaltów modyfikowanych jest bardzo szeroka w odniesieniu zarówno do rodzaju mieszanki mineralno-asfaltowej, jak i kategorii ruchu. Praktycznie jedynym ograniczeniem stosowania asfaltów modyfikowanych jest efektywność ekonomiczna.

6.3. Właściwości

W następnych częściach rozdziału przedstawiono komplet właściwości asfaltów modyfikowanych wg PN-EN 14023 wraz z informacjami uzyskanymi według amerykańskiej metody *Superpave* (*Performance Grade system*). Dodatkowo zamieszczono informacje dotyczące orientacyjnych temperatur technologicznych stosowania asfaltów w mieszankach mineralno-asfaltowych oraz dane o lepkości i zależności lepkości od temperatury.

Dodatkowa klasyfikacja według wyników badania MSCR została umieszczona w rozdziale 9.

6.3.1. ORBITON PMB 10/40-65

Przeznaczenie

Asfalt modyfikowany ORBITON 10/40-65 jest najtwardszym asfaltem modyfikowanym z obecnie produkowanych przez firmę ORLEN Asphalt. Ze względu na bardzo wysoką temperaturę mięknięcia przeznaczony jest do warstw o dużej sztywności – podbudów i warstw wiążących z mieszanki AC WMS. Może być także stosowany do mieszanek standardowego betonu asfaltowego AC. Wyniki badań odporności na koleinowanie mieszanek z tym asfaltem wykazują, że jest wskazany do nawierzchni obciążonych powolnym i ciężkim ruchem, takich jak place postojowe, pasy powolnego ruchu, strefy skrzyżowań. Nie zaleca się stosowania tego asfaltu w warstwach ścieralnych.

Właściwości wg PN-EN 14023:2011

Tablica 6.2. Właściwości asfaltu modyfikowanego ORBITON 10/40-65 wg PN-EN 14023:2011

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Wymaganie
Penetracja w 25 °C	PN-EN 1426	0,1 mm	10-40
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	≥65
Nawrót sprężysty w 25 °C	PN-EN 13398	%	≥50
Temperatura łamliwości wg Fraassa	PN-EN 12593	°C	≤-5
Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥235
Siła rozciągania (mała prędkość rozciągania)	PN-EN 13589 PN-EN 13703	J/cm ²	≥2 w 10°C
Zmiana masy po starzeniu	PN-EN 12607-1	%	≤0,5
Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu	PN-EN 1427	°C	≤8
Pozostała penetracja po starzeniu	PN-EN 1426	%	≥60
Nawrót sprężysty w 25 °C po starzeniu	PN-EN 12607-1 PN-EN 13398	%	≥50
Stabilność magazynowania: Różnica temperatur mięknięcia	PN-EN 13399 PN-EN 1427	°C	≤5
Stabilność magazynowania: Różnica penetracji w 25 °C	PN-EN 13399 PN-EN 1427	0,1 mm	NR ^b
Zakres plastyczności	PN-EN 14023 Podpunkt 5.2.8.4	°C	TBR ^a
Spadek temperatury mięknięcia po starzeniu	PN-EN 12607-1 PN-EN 1427	°C	TBR ^a
^a TBR (To Be Reported) – do zadeklarowania ^b NR (No Requirement) – brak wymagania			

Właściwości wg Superpave

Właściwości asfaltu ORBITON 10/40-65 wg Superpave (na podstawie badań wykonanych w latach 2009-2012).

- klasyfikacja wg AASHTO MP 1: **PG 82-16**
- górne temperatury krytyczne (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (asfalt świeży) $T_{kryt} = 88,5^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT) $T_{kryt} = 83,8^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 5000$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT i PAV) $T_{kryt} = 19,5^{\circ}\text{C}$
- dolne temperatury krytyczne (AASHTO PP 42; PN-EN 14771):
 - temperatura przy $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -17,2^{\circ}\text{C}$
 - temperatura przy $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -8,6^{\circ}\text{C}$
 - sztywność w temperaturze -16°C $S(T)_{-16} = 271,5$ MPa

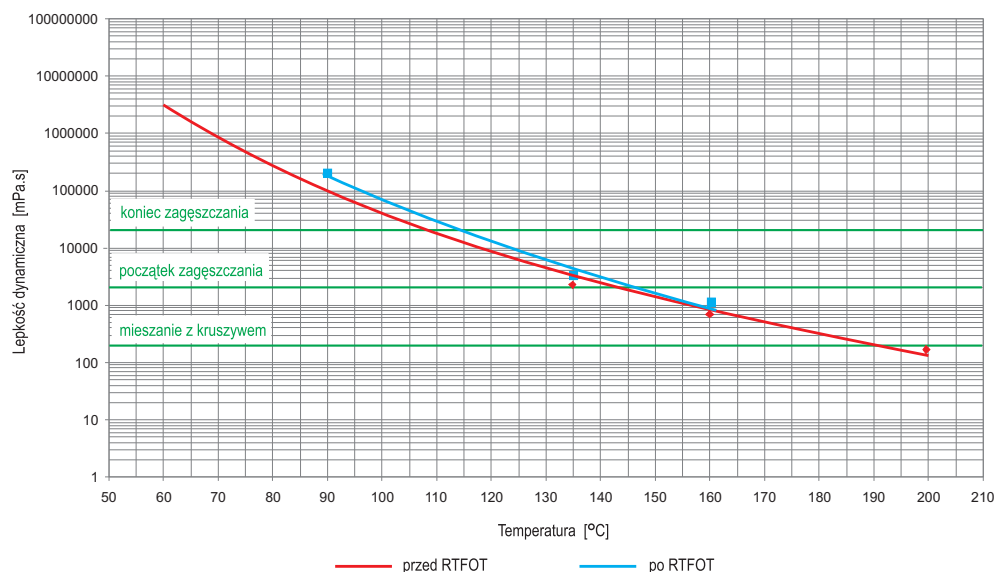
- wyniki i klasyfikacja według metody MSCR (wyjaśnienie w rozdziale 9.)

Temperatura	64°C
J _{nr} 0,1 kPa	0,106
J _{nr} 3,2 kPa	0,140
J _{nr} diff	31,9
R 0,1 kPa	68,6
R 3,2 kPa	62,5
R diff	9
Końcowa klasyfikacja przydatności dla ruchu drogowego (w temperaturze badania) według najnowszej klasyfikacji PG	E (Extreme)

Temperatury technologiczne

W laboratorium	
Temperatura zagęszczania próbek (próbki Marshalla lub próbki zagęszczane w prasie żyrotowej)	150 ÷ 155°C
Na otaczarni	
Temperatura pompowania asfaltu	> 150°C
Temperatura asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej	180 ÷ 190°C
Temperatura asfaltu lanego MA w mieszalniku otaczarki (przy czasie przechowywania mma do 8h)	< 230°C
Temperatura asfaltu lanego MA w mieszalniku otaczarki (przy czasie przechowywania mma do 4h)	< 240°C
Uwaga: podczas produkcji asfaltu lanego MA zaleca się stosowanie dodatków obniżających temperaturę technologiczną (mieszania z kruszywem i wbudowania), tak aby produkcja asfaltu lanego odbywała się w temperaturze poniżej 200°C	
Na budowie	
Temperatura minimalna dostarczonej mieszanki mineralno-asfaltowej (w koszu rozkładarki)	160°C

Zależność lepkości od temperatury



Rys. 6.2. Zależność lepkości od temperatury dla asfaltu modyfikowanego ORBITON 10/40-65

Tablica 6.3. Przykładowe wyniki badań lepkości asfaltu modyfikowanego ORBITON 10/40-65 produkowanego w roku 2012. Badania wykonane w ORLEN Laboratorium sp. z o.o.

Rodzaj lepkości	Metoda badania	Dokument odniesienia	Parametry sprzętu	Jednostka	Temperatura badania	Przykładowy wynik badania lepkości
dynamiczna	lepkościomierz obrotowy Brookfielda	ASTM D4402 PN-EN 13702-2	wrzeczono nr 21	Pa*s	90°C	130,00
					135°C	2,52
					160°C	0,68
			wrzeczono nr 27	Pa*s	90°C po RTFOT	202,00
					135°C po RTFOT	3,76
					160°C po RTFOT	0,98

Właściwości struktury polimeru

- kod dyspersji polimeru wg PN- EN 13632: B/H/S/r lub B/H/S/o

Magazynowanie

Magazynowanie krótkotrwałe w wysokiej temperaturze (do 7 dni)

- zalecana temperatura magazynowania asfaltu: 160 ÷ 180°C
- gwarantowany okres przydatności asfaltu do produkcji mma: 7 dni

Po upływie okresu 5 dni zaleca się przeprowadzanie podstawowych badań kontrolnych właściwości asfaltu modyfikowanego w celu upewnienia się, że produkt nie stracił swoich właściwości na skutek możliwości utraty stabilności układu asfalt-polimer, tj. rozsegregowania składników. Badania powinny być wykonywane po upływie 5-ciu dni magazynowania i co każde następne 2 dni (7-go dnia, 9-tego dnia itd.) lub w innych odstępach czasu w zależności od potrzeby:

- penetracja w 25°C wg PN-EN 1426
- temperatura mięknięcia wg PN-EN 1427
- nawrót sprężysty w 25°C wg PN-EN 13398

Jeśli otaczarka wyposażona jest w zbiorniki z mieszadłami należy okresowo mieszać asfalt w zbiorniku. Do tego celu można też użyć cyrkulacji.

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 7 dni) w wysokiej temperaturze

Nie zaleca się magazynowania asfaltu modyfikowanego w okresie dłuższym niż 7 dni. W przypadku zaistnienia takiej konieczności zaleca się badać właściwości lepiszcza okresowo, np. co 2 dni (zakres badań podano wcześniej). Pożądane jest także mieszanie asfaltu w zbiorniku co najmniej 6 godzin w ciągu doby. Zalecana temperatura magazynowania 150 ÷ 160°C.

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 7 dni) w obniżonej temperaturze

Ze względu na dużą twardość nie zaleca się przechowywania tego lepiszcza schłodzonego do temperatury otoczenia (np. przez zimę) z powodu dużych trudności z jego upłynnieniem.

6.3.2. ORBITON PMB 25/55-60

Przeznaczenie

Asfalt modyfikowany ORBITON 25/55-60 jest jednym z najpopularniejszych rodzajów asfaltów modyfikowanych. Stosowany jest do warstw podbudowy i warstw wiążących z betonu asfaltowego AC oraz do betonu asfaltowego o wysokim module sztywności AC WMS. Może być także stosowany w warstwach ścieralnych z SMA na odcinkach obciążonych ciężkim, powolnym ruchem oraz do mieszanek asfaltu lanego MA.

Właściwości wg PN-EN 14023:2011

Tablica 6.4. Właściwości asfaltu modyfikowanego ORBITON 25/55-60 wg PN-EN 14023:2011

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Wymaganie
Penetracja w 25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	25-55
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	≥60
Nawrót sprężysty w 25°C	PN-EN 13398	%	≥50
Temperatura łamliwości wg Fraassa	PN-EN 12593	°C	≤-10
Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥235
Siła rozciągania (mała prędkość rozciągania)	PN-EN 13589 PN-EN 13703	J/cm ²	≥2 w 10°C
Zmiana masy po starzeniu	PN-EN 12607-1	%	≤0,5
Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu	PN-EN 1427	°C	≤8
Pozostała penetracja po starzeniu	PN-EN 1426	%	≥60
Nawrót sprężysty w 25°C po starzeniu	PN-EN 12607-1 PN-EN 13398	%	≥50
Stabilność magazynowania: Różnica temperatur mięknięcia	PN-EN 13399 PN-EN 1427	°C	≤5
Stabilność magazynowania: Różnica penetracji w 25°C	PN-EN 13399 PN-EN 1427	0,1 mm	NR ^b
Zakres plastyczności	PN-EN 14023 Podpunkt 5.2.8.4	°C	TBR ^a
Spadek temperatury mięknięcia po starzeniu	PN-EN 12607-1 PN-EN 1427	°C	TBR ^a
^a TBR (To Be Reported) – do zadeklarowania ^b NR (No Requirement) – brak wymagania			

Właściwości wg Superpave

Właściwości asfaltu ORBITON 25/55-60 wg Superpave (na podstawie badań wykonanych w latach 2009-2012).

- klasyfikacja wg AASHTO MP 1: **PG 76-22**
- górne temperatury krytyczne (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (asfalt świeży) $T_{kryt} = 83,1^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT) $T_{kryt} = 80,5^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 5000$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT i PAV) $T_{kryt} = 22,0^{\circ}\text{C}$

- dolne temperatury krytyczne (AASHTO PP 42; PN-EN 14771):
 - temperatura przy $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -16,9^{\circ}\text{C}$
 - temperatura przy $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -13,8^{\circ}\text{C}$
 - sztywność w temperaturze -16°C $S(T)_{-16} = 278$ MPa

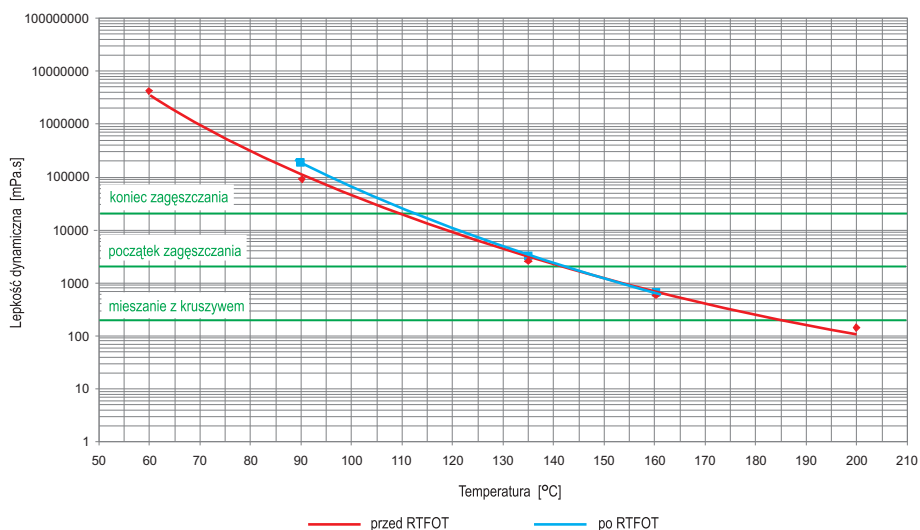
- wyniki i klasyfikacja według metody MSCR (wyjaśnienie w rozdziale 9.)

Temperatura	58°C	64°C	70°C
J_{nr} 0,1 kPa	0,070	0,180	0,360
J_{nr} 3,2 kPa	0,070	0,208	0,440
J_{nr} diff	0	15,5	22,2
R 0,1 kPa	68,3	63,8	58,2
R 3,2 kPa	68,3	59,8	51,1
R diff	0	6	12
Końcowa klasyfikacja przydatności dla ruchu drogowego (w temperaturze badania) według najnowszej klasyfikacji PG	E (Extreme)	E (Extreme)	E (Extreme)

Temperatury technologiczne

W laboratorium	
Temperatura zagęszczania próbek (próbki Marshalla lub próbki zagęszczane w prasie żyrotorowej)	145 ÷ 150°C
Na otaczarni	
Temperatura pompowania asfaltu	> 150°C
Temperatura asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej	175 ÷ 185°C
Temperatura asfaltu lanego MA w mieszalniku otaczarki (przy czasie przechowywania mma do 8h)	< 230°C
Temperatura asfaltu lanego MA w mieszalniku otaczarki (przy czasie przechowywania mma do 4h)	< 240°C
Uwaga: podczas produkcji asfaltu lanego MA zaleca się stosowanie dodatków obniżających temperaturę technologiczną (mieszania z kruszywem i wbudowania), tak aby produkcja asfaltu lanego odbywała się w temperaturze poniżej 200 °C.	
Na budowie	
Temperatura minimalna dostarczonej mieszanki mineralno-asfaltowej (w koszu rozkładarki)	155°C

Zależność lepkości od temperatury



Rys. 6.3. Zależność lepkości od temperatury dla asfaltu modyfikowanego ORBITON 25/55-60

Tablica 6.5. Przykładowe wyniki badań lepkości asfaltu modyfikowanego ORBITON 25/55-60 produkowanego w roku 2012. Badania wykonane w ORLEN Laboratorium sp. z o.o.

Rodzaj lepkości	Metoda badania	Dokument odniesienia	Parametry sprzętu	Jednostka	Temperatura badania	Przykładowy wynik badania lepkości
dynamiczna	lepkościomierz obrotowy Brookfielda	ASTM D4402 PN-EN 13702-2	wrzecziono nr 21	Pa*s	90°C	87,50
					135°C	1,97
					160°C	0,54
			wrzecziono nr 27	Pa*s	90°C po RTFOT	182,00
					135°C po RTFOT	2,75
					160°C po RTFOT	0,68

Właściwości struktury polimeru

- kod dyspersji polimeru wg PN- EN 13632: B/H/S/r lub B/H/S/o

Magazynowanie

Magazynowanie krótkotrwałe w wysokiej temperaturze (do 7 dni)

- zalecana temperatura magazynowania asfaltu: 160 ÷ 180°C
- gwarantowany okres przydatności asfaltu do produkcji mma: 7 dni

Po upływie okresu 5 dni zaleca się przeprowadzanie podstawowych badań kontrolnych właściwości asfaltu modyfikowanego w celu upewnienia się, że produkt nie stracił swoich właściwości na skutek możliwości utraty stabilności układu asfalt-polimer, tj. rozsegregowania składników. Badania powinny być wykonywane po upływie 5-ciu dni magazynowania i co każde następne 2 dni (7-go dnia, 9-tego dnia itd.) lub w innych odstępach czasu w zależności od potrzeby:

- penetracja w 25°C wg PN-EN 1426
- temperatura mięknięcia wg PN-EN 1427
- nawrót sprężysty w 25°C wg PN-EN 13398

Jeśli otaczarka wyposażona jest w zbiorniki z mieszadłami należy okresowo mieszać asfalt w zbiorniku. Do tego celu można też użyć cyrkulacji.

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 7 dni) w wysokiej temperaturze

Nie zaleca się magazynowania asfaltu modyfikowanego w okresie dłuższym niż 7 dni. W przypadku zaistnienia takiej konieczności zaleca się badać właściwości lepiszcza okresowo, np. co 2 dni (zakres badań podano wcześniej). Pożądane jest także mieszanie asfaltu w zbiorniku co najmniej 6 godzin w ciągu doby. Zalecana temperatura magazynowania 150 ÷ 160°C.

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 7 dni) w obniżonej temperaturze

Ze względu na dużą twardość nie zaleca się przechowywania tego lepiszcza schłodzonego do temperatury otoczenia (np. przez zimę) z powodu dużych trudności z jego upłynnieniem.

6.3.3. ORBITON PMB 45/80-55

Przeznaczenie

Asfalt modyfikowany ORBITON 45/80-55 należy w Polsce do popularnych asfaltów modyfikowanych. Przeznaczony jest do stosowania we wszystkich mieszankach mineralno-asfaltowych do warstw ścierzalnych (AC, SMA).

Właściwości wg PN-EN 14023:2011

Tablica 6.6. Właściwości asfaltu modyfikowanego ORBITON 45/80-55 wg PN-EN 14023:2011

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Wymaganie
Penetracja w 25 °C	PN-EN 1426	0,1 mm	45-80
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	≥55
Nawrót sprężysty w 25 °C	PN-EN 13398	%	≥50
Temperatura łamliwości wg Fraassa	PN-EN 12593	°C	≤-12
Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥235
Siła rozciągania (mała prędkość rozciągania)	PN-EN 13589 PN-EN 13703	J/cm ²	≥3 w 5°C
Zmiana masy po starzeniu	PN-EN 12607-1	%	≤0,5
Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu	PN-EN 1427	°C	≤8
Pozostała penetracja po starzeniu	PN-EN 1426	%	≥60
Nawrót sprężysty w 25 °C po starzeniu	PN-EN 12607-1 PN-EN 13398	%	≥50
Stabilność magazynowania: Różnica temperatur mięknięcia	PN-EN 13399 PN-EN 1427	°C	≤5
Stabilność magazynowania: Różnica penetracji w 25 °C	PN-EN 13399 PN-EN 1427	0,1 mm	NR ^b
Zakres plastyczności	PN-EN 14023 Podpunkt 5.2.8.4	°C	TBR ^a
Spadek temperatury mięknięcia po starzeniu	PN-EN 12607-1 PN-EN 1427	°C	TBR ^a
^a TBR (To Be Reported) – do zadeklarowania ^b NR (No Requirement) – brak wymagania			

Właściwości wg Superpave

Właściwości asfaltu ORBITON 45/80-55 wg Superpave (na podstawie badań wykonanych w latach 2009-2012).

- klasyfikacja wg AASHTO MP 1: **PG 70-22**
- górne temperatury krytyczne (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (asfalt świeży) $T_{kryt} = 74,5^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT) $T_{kryt} = 72,9^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 5000$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT i PAV) $T_{kryt} = 17,7^{\circ}\text{C}$

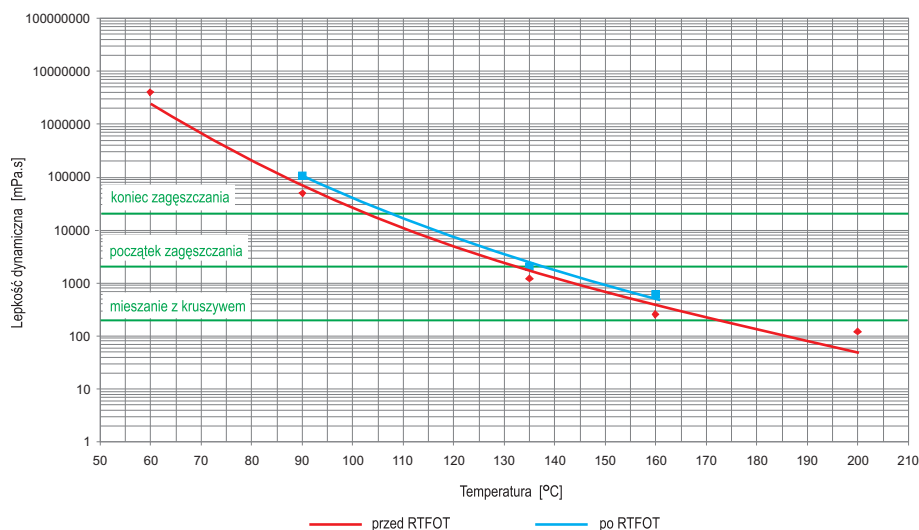
- dolne temperatury krytyczne (AASHTO PP 42; PN-EN 14771):
 - temperatura przy $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -18,1^{\circ}\text{C}$
 - temperatura przy $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -16,9^{\circ}\text{C}$
 - sztywność w temperaturze -16°C $S(T)_{-16} = 242$ MPa
- wyniki i klasyfikacja według metody MSCR (wyjaśnienie w rozdziale 9.)

Temperatura	58°C	64°C	70°C
J _{nr} 0,1 kPa	0,170	0,406	0,943
J _{nr} 3,2 kPa	0,180	0,490	1,608
J _{nr} diff	6	20,8	70,5
R 0,1 kPa	68,9	65,0	52,3
R 3,2 kPa	67,5	59,5	34,6
R diff	2	8	34
Końcowa klasyfikacja przydatności dla ruchu drogowego. (w temperaturze badania) według najnowszej klasyfikacji PG	E (Extreme)	E (Extreme)	H (Heavy)

Temperatury technologiczne

W laboratorium	
Temperatura zagęszczania próbek (próbki Marshalla lub próbki zagęszczane w prasie żyrotorowej)	145 ÷ 150°C
Na otaczarni	
Temperatura pompowania asfaltu	> 150°C
Temperatura asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej	175 ÷ 185°C
Temperatura asfaltu lanego MA w mieszalniku otaczarki (przy czasie przechowywania mma do 8h)	< 230°C
Temperatura asfaltu lanego MA w mieszalniku otaczarki (przy czasie przechowywania mma do 4h)	< 240°C
Uwaga: podczas produkcji asfaltu lanego MA zaleca się stosowanie dodatków obniżających temperaturę technologiczną (mieszania z kruszywem i wbudowania), tak aby produkcja asfaltu lanego odbywała się w temperaturze poniżej 200°C	
Na budowie	
Temperatura minimalna dostarczonej mieszanki mineralno-asfaltowej (w koszu rozkładarki)	155°C

Zależność lepkości od temperatury



Rys. 6.4. Zależność lepkości od temperatury dla asfaltu modyfikowanego ORBITON 45/80-55

Tablica 6.7. Przykładowe wyniki badań lepkości asfaltu modyfikowanego ORBITON 45/80-55 produkowanego w roku 2012. Badania wykonane w ORLEN Laboratorium sp. z o.o.

Rodzaj lepkości	Metoda badania	Dokument odniesienia	Parametry sprzętu	Jednostka	Temperatura badania	Przykładowy wynik badania lepkości
dynamiczna	lepkościomierz obrotowy Brookfielda	ASTM D4402 PN-EN 13702-2	wrzeczono nr 27	Pa*s	90°C	44,33
					135°C	1,12
					160°C	0,22
			wrzeczono nr 27	Pa*s	90°C po RTFOT	103,00
					135°C po RTFOT	1,93
					160°C po RTFOT	0,55

Właściwości struktury polimeru

- kod dyspersji polimeru wg PN- EN 13632: B/H/S/r lub B/H/S/o

Magazynowanie

Magazynowanie krótkotrwałe w wysokiej temperaturze (do 7 dni)

- zalecana temperatura magazynowania asfaltu: 160 ÷ 180°C
- gwarantowany okres przydatności asfaltu do produkcji mma: 7 dni

Po upływie okresu 5 dni zaleca się przeprowadzanie podstawowych badań kontrolnych właściwości asfaltu modyfikowanego w celu upewnienia się, że produkt nie stracił swoich właściwości na skutek możliwości utraty stabilności układu asfalt-polimer, tj. rozsegregowania składników. Badania powinny być wykonywane po upływie 5-ciu dni magazynowania i co każde następne 2 dni (7-go dnia, 9-tego dnia itd.) lub w innych odstępach czasu w zależności od potrzeby:

- penetracja w 25°C wg PN-EN 1426
- temperatura mięknięcia wg PN-EN 1427
- nawrót sprężysty w 25°C wg PN-EN 13398

Jeśli otaczarka wyposażona jest w zbiorniki z mieszadłami należy okresowo mieszać asfalt w zbiorniku. Do tego celu można też użyć cyrkulacji.

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 7 dni) w wysokiej temperaturze

Nie zaleca się magazynowania asfaltu modyfikowanego w okresie dłuższym niż 7 dni. W przypadku zaistnienia takiej konieczności zaleca się badać właściwości lepiszcza okresowo, np. co 2 dni (zakres badań podano wcześniej). Pożądane jest także mieszanie asfaltu w zbiorniku co najmniej 6 godzin w ciągu doby. Zalecana temperatura magazynowania 150 ÷ 160°C.

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 7 dni) w obniżonej temperaturze

Ze względu na dużą twardość nie zaleca się przechowywania tego lepiszcza schłodzonego do temperatury otoczenia (np. przez zimę) z powodu dużych trudności z jego upłynnieniem.

6.3.4. ORBITON PMB 45/80-65

Przeznaczenie

Asfalt modyfikowany ORBITON 45/80-65 jest asfaltem modyfikowanym przeznaczonym do zastosowań w warstwach ścieralnych oraz do zastosowań specjalnych. Charakteryzuje się bardzo dużą sprężystością, wysokimi temperaturami mięknięcia oraz korzystnymi właściwościami niskotemperaturowymi. Duża zawartość polimeru oraz wysoka lepkość czynią go lepszem dość trudnym we wbudowywaniu podczas niekorzystnych warunków pogodowych (szybkie sztywnienie warstwy, problemy z zagęszczaniem). Bardzo wysoka temperatura mięknięcia i wysoki stopień modyfikacji sprawia, że może być stosowany w miejscach, gdzie wymagana jest duża wytrzymałość na rozciąganie i odporność na zmęczenie w połączeniu z bardzo dobrymi właściwościami niskotemperaturowymi. Asfalt modyfikowany ORBITON 45/80-65 stosowany jest głównie w warstwach ścieralnych, także do mieszanek asfaltu porowatego PA.

Właściwości wg PN-EN 14023:2011

Tablica 6.8. Właściwości asfaltu modyfikowanego ORBITON 45/80-65 wg PN-EN 14023:2011

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Wymaganie
Penetracja w 25 °C	PN-EN 1426	0,1 mm	45-80
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	≥65
Nawrót sprężysty w 25 °C	PN-EN 13398	%	≥70
Temperatura łamliwości wg Fraassa	PN-EN 12593	°C	≤-15
Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥235
Siła rozciągania (mała prędkość rozciągania)	PN-EN 13589 PN-EN 13703	J/cm ²	≥3 w 5°C
Zmiana masy po starzeniu	PN-EN 12607-1	%	≤0,5
Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu	PN-EN 1427	°C	≤8
Pozostała penetracja po starzeniu	PN-EN 1426	%	≥60
Nawrót sprężysty w 25 °C po starzeniu	PN-EN 12607-1 PN-EN 13398	%	≥60
Stabilność magazynowania: Różnica temperatur mięknięcia	PN-EN 13399 PN-EN 1427	°C	≤5
Stabilność magazynowania: Różnica penetracji w 25 °C	PN-EN 13399 PN-EN 1427	0,1 mm	NR ^b
Zakres plastyczności	PN-EN 14023 Podpunkt 5.2.8.4	°C	TBR ^a
Spadek temperatury mięknięcia po starzeniu	PN-EN 12607-1 PN-EN 1427	°C	TBR ^a
^a TBR (To Be Reported) – do zadeklarowania ^b NR (No Requirement) – brak wymagania			

Właściwości wg Superpave

Właściwości asfaltu ORBITON 45/80-65 wg Superpave (na podstawie badań wykonanych w latach 2009-2012).

- klasyfikacja wg AASHTO MP 1: **PG 76-22**

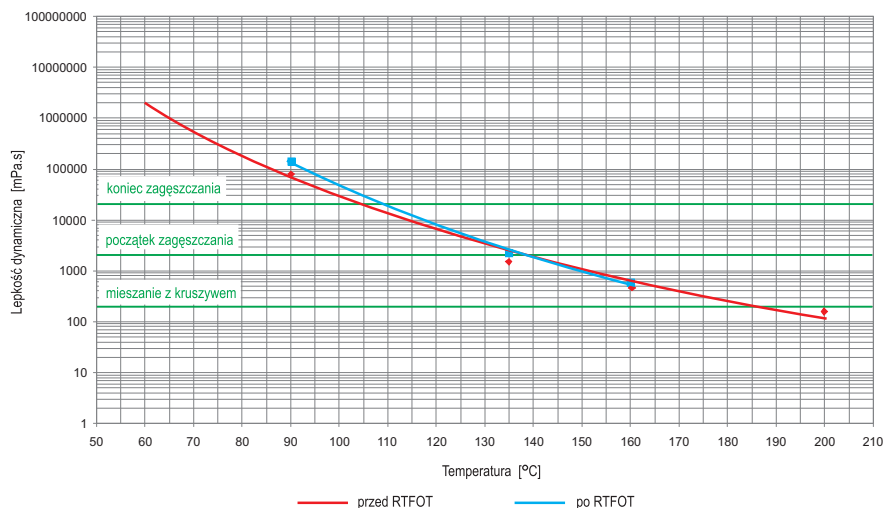
- górne temperatury krytyczne (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (asfalt świeży) $T_{kryt} = 83,2^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT) $T_{kryt} = 77,7^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 5000$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT i PAV) $T_{kryt} = 17,6^{\circ}\text{C}$
- dolne temperatury krytyczne (AASHTO PP 42; PN-EN 14771):
 - temperatura przy $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -18,3^{\circ}\text{C}$
 - temperatura przy $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -14,3^{\circ}\text{C}$
 - sztywność w temperaturze -16°C $S(T)_{-16} = 235$ MPa
- wyniki i klasyfikacja według metody MSCR (wyjaśnienie w rozdziale 9.)

Temperatura	64°C	70°C
J _{nr} 0,1 kPa	0,114	0,271
J _{nr} 3,2 kPa	0,135	0,377
J _{nr} diff	18,6	39,1
R 0,1 kPa	84,4	75,4
R 3,2 kPa	82,9	70,5
R diff	2	6
Końcowa klasyfikacja przydatności dla ruchu drogowego (w temperaturze badania) według najnowszej klasyfikacji PG	E (Extreme)	E (Extreme)

Temperatury technologiczne

W laboratorium	
Temperatura zagęszczania próbek (próbki Marshalla lub próbki zagęszczane w prasie żyrotorowej)	150 ÷ 155°C
Na odczarni	
Temperatura pompowania asfaltu	> 150°C
Temperatura asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej	175 ÷ 185°C
Na budowie	
Temperatura minimalna dostarczonej mieszanki mineralno-asfaltowej (w koszu rozkładarki)	160°C

Zależność lepkości od temperatury



Rys. 6.5. Zależność lepkości od temperatury dla asfaltu modyfikowanego ORBITON 45/80-65

Tablica 6.9. Przykładowe wyniki badań lepkości asfaltu modyfikowanego ORBITON 45/80-55 produkowanego w roku 2012. Badania wykonane w ORLEN Laboratorium sp. z o.o.

Rodzaj lepkości	Metoda badania	Dokument odniesienia	Parametry sprzętu	Jednostka	Temperatura badania	Przykładowy wynik badania lepkości
dynamiczna	lepkościomierz obrotowy Brookfielda	ASTM D4402 PN-EN 13702-2	wrzeczono nr 21	Pa*s	90°C	81,57
					135°C	1,54
					160°C	0,49
			wrzeczono nr 27	Pa*s	90°C po RTFOT	128,00
					135°C po RTFOT	2,17
					160°C po RTFOT	0,58

Właściwości struktury polimeru

- kod dyspersji polimeru wg PN- EN 13632: B/H/S/r lub B/H/S/o

Magazynowanie

Magazynowanie krótkotrwałe w wysokiej temperaturze (do 7 dni)

- zalecana temperatura magazynowania asfaltu: 160÷180°C
- gwarantowany okres przydatności asfaltu do produkcji mma: 7 dni

Po upływie okresu 5 dni zaleca się przeprowadzanie podstawowych badań kontrolnych właściwości asfaltu modyfikowanego w celu upewnienia się, że produkt nie stracił swoich właściwości na skutek możliwości utraty stabilności układu asfalt-polimer, tj. rozsegregowania składników. Badania powinny być wykonywane po upływie 5-ciu dni magazynowania i co każde następne 2 dni (7-go dnia, 9-tego dnia itd.) lub w innych odstępach czasu w zależności od potrzeby:

- penetracja w 25°C wg PN-EN 1426,
- temperatura mięknięcia wg PN-EN 1427,
- nawrót sprężysty w 25°C wg PN-EN 13398.

Jeśli otaczarka wyposażona jest w zbiorniki z mieszadłami należy okresowo mieszać asfalt w zbiorniku. Do tego celu można też użyć cyrkulacji.

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 7 dni) w wysokiej temperaturze

Nie zaleca się magazynowania asfaltu modyfikowanego w okresie dłuższym niż 7 dni. W przypadku zaistnienia takiej konieczności zaleca się badać właściwości lepiszcza okresowo, np. co 2 dni (zakres badań podano wcześniej). Pożądane jest także mieszanie asfaltu w zbiorniku co najmniej 6 godzin w ciągu doby. Zalecana temperatura magazynowania 150÷160°C.

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 7 dni) w obniżonej temperaturze

Ze względu na dużą twardość nie zaleca się przechowywania tego lepiszcza schłodzonego do temperatury otoczenia (np. przez zimę) z powodu dużych trudności z jego upłynięciem.

6.3.5. ORBITON PMB 65/105-60

Przeznaczenie

Asfalt modyfikowany ORBITON 65/105-60 jest lepiszczem zaprojektowanym do stosowania w cienkich warstwach ścierzalnych na gorąco, w mieszankach o dobrym szkielecie mineralnym. Produkowany jest z miękkiego asfaltu bazowego z dużą zawartością polimeru, co w konsekwencji pozwala uzyskać produkt o bardzo dobrych właściwościach niskotemperaturowych.

ORBITON 65/105-60 charakteryzuje się większą penetracją w 25°C (od 65 do 105) niż asfalt modyfikowany 45/80-65, a jednocześnie dużą kohezją¹ i sprężystością. Całość sprawia, że produkt bardzo dobrze spełnia rolę lepiszcza w mieszankach o nieciągłym uziarnieniu wbudowywanych w cienkich warstwach. Do takich zastosowań możemy zaliczyć asfalt porowaty PA, mieszanki do cienkich warstw ścierzalnych BBTM i AUTL, mieszanki SMA. Są to więc przede wszystkim specjalne warstwy ścierzalne oraz warstwy ścierzalne w rejonach występowania niskiej temperatury. Innym przeznaczeniem tego lepiszcza są mieszanki na obiektach mostowych, jeśli wymagana jest bardzo duża elastyczność i kohezja lepiszcza.

Właściwości wg PN-EN 14023:2011

Tablica 6.10. Właściwości asfaltu modyfikowanego ORBITON 65/105-60 wg PN-EN 14023:2011

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Wymaganie
Penetracja w 25 °C	PN-EN 1426	0,1 mm	65-105
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	≥60
Nawrót sprężysty w 25 °C	PN-EN 13398	%	≥70
Temperatura łamliwości wg Fraassa	PN-EN 12593	°C	≤-15
Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥235
Siła rozciągania (mała prędkość rozciągania)	PN-EN 13589 PN-EN 13703	J/cm ²	≥3 w 5°C
Zmiana masy po starzeniu	PN-EN 12607-1	%	≤0,5
Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu	PN-EN 1427	°C	≤10
Pozostała penetracja po starzeniu	PN-EN 1426	%	≥60
Nawrót sprężysty w 25 °C po starzeniu	PN-EN 12607-1 PN-EN 13398	%	≥60
Stabilność magazynowania: Różnica temperatur mięknięcia	PN-EN 13399 PN-EN 1427	°C	≤5
Stabilność magazynowania: Różnica penetracji w 25 °C	PN-EN 13399 PN-EN 1427	0,1 mm	NR ^b
Zakres plastyczności	PN-EN 14023 Podpunkt 5.2.8.4	°C	TBR ^a
Spadek temperatury mięknięcia po starzeniu	PN-EN 12607-1 PN-EN 1427	°C	TBR ^a
^a TBR (To Be Reported) – do zadeklarowania ^b NR (No Requirement) – brak wymagania			

1) tutaj: miara oporu wewnętrznego asfaltu poddawanego rozdzielaniu na części, dla asfaltów modyfikowanych polimerami przyjmuje się metodę rozciągania z pomiarem siły wg PN-EN 13589

Właściwości wg Superpave

Właściwości asfaltu ORBITON 65/105-60 wg *Superpave* (na podstawie badań wykonanych w latach 2009-2012).

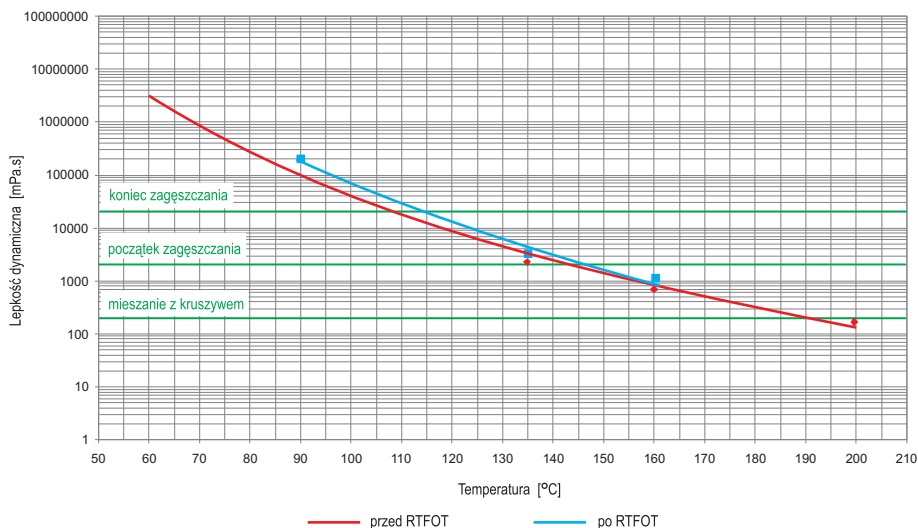
- klasyfikacja wg AASHTO MP 1: **PG 64-28**
- górne temperatury krytyczne (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (asfalt świeży) $T_{kryt} = 74,9^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT) $T_{kryt} = 69,2^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 5000$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT i PAV) $T_{kryt} = 13,6^{\circ}\text{C}$
- dolne temperatury krytyczne (AASHTO PP 42; PN-EN 14771):
 - temperatura przy $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -20,5^{\circ}\text{C}$
 - temperatura przy $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -20,6^{\circ}\text{C}$
 - sztywność w temperaturze -16°C $S(T)_{-16} = 172$ MPa
- wyniki i klasyfikacja według metody MSCR (wyjaśnienie w rozdziale 9.)

Temperatura	64°C
Jnr 0,1 kPa	0,382
Jnr 3,2 kPa	0,469
Jnr diff	22,9
R 0,1 kPa	79,3
R 3,2 kPa	76,1
R diff	4
Końcowa klasyfikacja przydatności dla ruchu drogowego (w temperaturze badania) według najnowszej klasyfikacji PG	E (Extreme)

Temperatury technologiczne

W laboratorium	
Temperatura zagęszczania próbek (próbki Marshalla lub próbki zagęszczane w prasie żyrotorowej)	145 ÷ 150°C
Na odczarni	
Temperatura pompowania asfaltu	> 150°C
Temperatura asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej	175 ÷ 185°C
Na budowie	
Temperatura minimalna dostarczonej mieszanki mineralno-asfaltowej (w koszu rozkładarki)	155°C

Zależność lepkości od temperatury



Rys. 6.6. Zależność lepkości od temperatury dla asfaltu modyfikowanego ORBITON 65/105-60

Tablica 6.11. Przykładowe wyniki badań lepkości asfaltu modyfikowanego ORBITON 65/105-60 produkowanego w roku 2012. Badania wykonane w ORLEN Laboratorium sp. z o.o.

Rodzaj lepkości	Metoda badania	Dokument odniesienia	Parametry sprzętu	Jednostka	Temperatura badania	Przykładowy wynik badania lepkości
dynamiczna	lepkościomierz obrotowy Brookfielda	ASTM D4402 PN-EN 13702-2	wrzeciono nr 21, 29	Pa*s	90°C	70,00
					135°C	1,23
					160°C	0,39
			wrzeciono nr 27	Pa*s	90°C po RTFOT	63,83
					135°C po RTFOT	1,36
					160°C po RTFOT	0,41

Właściwości struktury polimeru

- kod dyspersji polimeru wg PN- EN 13632: B/H/S/r lub B/H/S/o

Magazynowanie

Magazynowanie krótkotrwałe w wysokiej temperaturze (do 7 dni)

- zalecana temperatura magazynowania asfaltu: 160÷180°C
- gwarantowany okres przydatności asfaltu do produkcji mma: 7 dni

Po upływie okresu 5 dni zaleca się przeprowadzanie podstawowych badań kontrolnych właściwości asfaltu modyfikowanego w celu upewnienia się, że produkt nie stracił swoich właściwości na skutek możliwości utraty stabilności układu asfalt-polimer, tj. rozsegregowania składników. Badania powinny być wykonywane

po upływie 5-ciu dni magazynowania i co każde następne 2 dni (7-go dnia, 9-tego dnia itd.) lub w innych odstępach czasu w zależności od potrzeby:

- penetracja w 25°C wg PN-EN 1426
- temperatura mięknięcia wg PN-EN 1427
- nawrót sprężysty w 25°C wg PN-EN 13398

Jeśli otaczarka wyposażona jest w zbiorniki z mieszadłami należy okresowo mieszać asfalt w zbiorniku. Do tego celu można też użyć cyrkulacji.

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 7 dni) w wysokiej temperaturze

Nie zaleca się magazynowania asfaltu modyfikowanego w okresie dłuższym niż 7 dni. W przypadku zaistnienia takiej konieczności zaleca się badać właściwości lepiszcza okresowo, np. co 2 dni (zakres badań podano wcześniej). Pożądane jest także mieszanie asfaltu w zbiorniku co najmniej 6 godzin w ciągu doby. Zalecana temperatura magazynowania 150÷160°C.

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 7 dni) w obniżonej temperaturze

Ze względu na dużą twardość nie zaleca się przechowywania tego lepiszcza schłodzonego do temperatury otoczenia (np. przez zimę) z powodu dużych trudności z jego upłynnieniem.

6.4. Pozostałe właściwości asfaltów modyfikowanych ORBITON

Wśród właściwości asfaltów modyfikowanych wymienionych w normie PN-EN 14023:2011 znajdują się te, które producent może podawać klientom jako informacje dodatkowe. Wśród nich znajduje się między innymi gęstość asfaltu, temperatury technologiczne oraz zdyspersgowanie polimeru (mikrostruktura obserwowana pod mikroskopem).

Do celów projektowania mieszanek mineralno-asfaltowych i obliczeń wg normy PN-EN 12697-8 można wykorzystywać dane zawarte w tablicy 11.1 zawartej w rozdziale 11.

Temperatury technologiczne zostały podane w tablicy zbiorczej 10.4 w rozdziale 10 w p. 10.7, a warunki przechowywania polimeroasfaltu w p. 10.2.

Mikrostruktura polimeroasfaltu została przedstawiona w tablicy 6.12. Badanie przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN 13632 „Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Wzrokowa ocena zdyspersgowania polimeru w asfaltach modyfikowanych polimerami”.

W badaniu zastosowano mikroskop optyczny z przystawką epifluorescencyjną. Obserwacje przeprowadzono przy powiększeniu 100-krotnym w świetle odbitym z zastosowaniem filtra optycznego.

Na podstawie Załącznika A.3 normy PN-EN 13632 strukturę badanych polimeroasfaltów opisano według oznaczeń literowych charakteryzujących dyspersyjny układ polimerowo-asfaltowy:

1. Ciągłość fazy: **P:** Ciągła faza polimerowa
B: Ciągła faza asfaltowa
X: Ciągłość obu faz
2. Opis fazy: **H:** Homogeniczny
I: Niehomogeniczny
3. Opis rozmiaru: **S:** Małe ($< 10 \mu\text{m}$)
M: Średnie (od $10 \mu\text{m}$ do $100 \mu\text{m}$)
L: Duże ($> 100 \mu\text{m}$)
4. Opis kształtu: **r:** Okrągłe, obłe
s: Podłużne
o: Inne

W opisie zastosowano mieszane oznaczenia:

- H/I** – dla próbek o równomiernym rozproszeniu drobnych cząstek polimeru ze zdecydowanie mniejszą ilością średnich cząstek o nierównomiernym rozproszeniu
- S/M** – dla próbek z przewagą drobnych cząstek polimeru ze zdecydowanie mniejszą ilością średnich cząstek
- s/r** – dla próbek o cząsteczkach w postaci podłużnych skupisk polimeru. W próbce występują również cząsteczki obłe (okrągłe) i/lub z tendencją do grupowania się w skupiska.

Tablica 6.12. Mikrostruktura polimeroasfaltu wg normy PN-EN 13632

Rodzaj polimeroasfaltu	Opis fazy			
	Ciągłość fazy	Opis fazy	Opis rozmiaru	Opis kształtu
10/40-65	B	H	M	r
25/55-60	B	H	S	r
45/80-55	B	H	S/M	r
45/80-65	B	H	S/M	r
65/105-60	B	H	S	r

Na rys. 6.7. przedstawiono przykładowy obraz mikrostruktury polimeroasfaltu sfotografowany w świetle odbitym i powiększeniu 100-krotnym (światło UV).



Rys. 6.7. Przykładowy obraz mikrostruktury polimeroasfaltu o kodach B-H-S-r

7.1. Opis ogólny

Asfalty drogowe wielorodzajowe (ang. *multigrade*) należą do grupy asfaltów specjalnych i produkowane są w ORLEN Asfalt od 2005 r. pod nazwą BITREX. Ponieważ w latach 2005÷2013 r. nie istniała norma europejska na ten rodzaj lepiszcza, było ono produkowane w Polsce na podstawie wymagań krajowych Aprobatach Technicznych o numerach *AT/2010-02-1940* i *AT/2005-03-1882/2* wystawionych przez Instytut Badawczy Dróg i Mostów w Warszawie.

W 2014 r. planowane jest opublikowanie normy europejskiej PN-EN 13924-2 ze specyfikacją asfaltów wielorodzajowych oraz zasadami oznakowania CE dostosowanymi do nowego rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady nr 305/11 w sprawie wyrobów budowlanych (tzw. CPR). Od tego momentu dokumentem odniesienia stanie się norma europejska, a asfalty wielorodzajowe będą oznakowane CE.

Asfalty wielorodzajowe BITREX charakteryzują się bardzo dobrymi cechami reologicznymi – elastycznością w niskich temperaturach i dużą sztywnością w wysokich temperaturach. Nazwa *wielorodzajowe* wskazuje właśnie na te cechy asfaltu – w jednym lepiszczu jednocześnie zawarte są cechy asfaltu miękkiego (dobre właściwości niskotemperaturowe) i twardego (dobre właściwości w podwyższonych temperaturach).

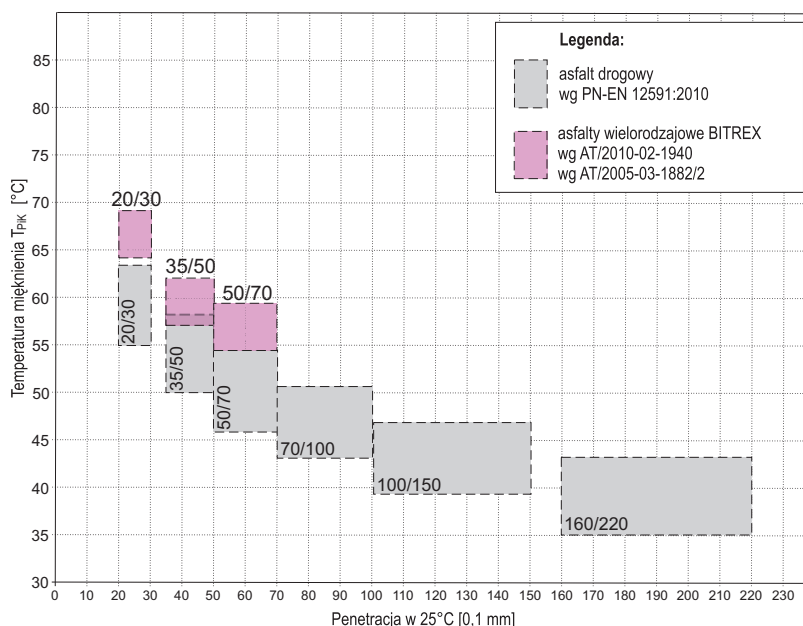
Asfalty wielorodzajowe BITREX są produktami o właściwościach sytuujących je pomiędzy asfaltami drogowymi i asfaltami modyfikowanym polimerami. Dzięki wymienionym powyżej właściwościom, z handlowego punktu widzenia charakteryzują się bardzo dobrym stosunkiem jakości funkcjonalnej do ceny.

W niniejszym poradniku omawiane są trzy asfalty wielorodzajowe BITREX produkowane w oparciu o Aprobatach Techniczne IBDiM. Rodzaje omawianych asfaltów wraz z informacją, według którego dokumentu odniesienia są produkowane, przedstawiono w tablicy 7.1.

Tablica 7.1. Rodzaje omawianych w poradniku asfaltów wielorodzajowych wraz z nazwą dokumentu odniesienia

Rodzaj asfaltu wielorodzajowego BITREX	Dokument odniesienia do 2014 r.	Dokument odniesienia od 2014 r.
20/30	Aprobata Techniczna IBDIM nr AT/2010-02-1940	PN-EN 13924-2 (od momentu opublikowania) przewidywane oznaczenia: BITREX 20/30-64/74 BITREX 35/50-59/69 BITREX 50/70-54/63
35/50	Aprobata Techniczna IBDIM nr AT/2005-03-1882/2	
50/70		

Podstawowe różnice pomiędzy asfaltami drogowymi i asfaltami wielorodzajowymi opisanymi w tym poradniku dla dwóch podstawowych parametrów lepiszcza: penetracji w 25°C i temperatury mięknięcia przedstawiono w sposób graficzny na rys. 7.1.



Rys. 7.1. Graficzne porównanie opisanych w tym poradniku asfaltów drogowych i wielorodajowych w zakresie penetracji w 25°C i temperatury mięknięcia T_{PK} (stan do momentu wprowadzenia PN-EN 13924-2)

7.2. Przeznaczenie

Asfalty wielorodajowe **BITREX** to grupa lepiszczy specjalnych o polepszonych właściwościach wysoko- i nisko-temperaturowych w porównaniu do asfaltów drogowych. Znajduje to odzwierciedlenie w osiąganiu wyższych modułów sztywności oraz większej odporności na koleinowanie mieszanek mineralno-asfaltowych wykonanych z użyciem tego rodzaju lepiszczy. Asfalty wielorodajowe charakteryzowane są według tych samych przedziałów penetracji w 25°C co asfalty drogowe wg PN-EN 12591 (20/30, 35/50, 50/70), mogą więc być w prosty sposób stosowane jako ich zamienniki.

Paleta zastosowań asfaltów wielorodajowych **BITREX** jest taka sama, jak asfaltów drogowych w zakresie miejsca stosowania (warstwy w nawierzchni), rodzaju mieszanki mineralno-asfaltowej, jak i kategorii ruchu.

7.3. Właściwości

W następnych częściach rozdziału przedstawiono komplet właściwości asfaltów wielorodajowych wg Aprobat Technicznych IBDiM wraz z informacjami uzyskanymi według amerykańskiej metody PG. Dodatkowo zamieszczono informacje dotyczące orientacyjnych temperatur technologicznych stosowania asfaltów w mieszkankach mineralno-asfaltowych oraz dane o lepkości i zależności lepkości od temperatury.

Dodatkowa klasyfikacja według wyników badania MSCR została umieszczona w rozdziale 9.

7.3.1. BITREX 20/30

Przeznaczenie

Asfalt wielorodzajowy BITREX 20/30 jest asfaltem bardzo twardym. Przeznaczony jest do stosowania w warstwach wiążącej i podbudowy asfaltowej z betonu asfaltowego o wysokim module sztywności AC WMS oraz betonu asfaltowego AC.

Właściwości wg AT/2010-02-1940 (Aprobata Techniczna IBDiM)

Tablica 7.2. Właściwości asfaltu wielorodzajowego BITREX 20/30

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Wymaganie
Penetracja w 25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	20-30
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	≥ 64
Temperatura łamliwości	PN-EN 12593	°C	≤ -5
Indeks penetracji, pen/PiK	PN-EN 12591	—	≥ 0,4
Zawartość parafiny	PN-EN 12606-1	%	≤ 2,2
Lepkość dynamiczna w 60°C	ASTM D 4402	Pa·s	≥ 5 000
Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥ 240
Gęstość w 25°C	PN-EN 15326	g/cm ³	1,0-1,1
Zawartość części nierozpuszczalnych w n-heptanie	ASTM D 4124	% m/m	≥ 18
Zmiana masy po starzeniu	PN-EN 12607-1	% m/m	≤ 0,4
Wzrost temperatury mięknięcia po RTFOT	PN-EN 1427	°C	≤ 8,0
Spadek penetracji po RTFOT	PN-EN 1426	%	≤ 35

Temperatury technologiczne

W laboratorium	
Temperatura zagęszczania próbek (próbki Marshalla lub próbki zagęszczane w prasie żyrotorowej)	155 ÷ 160°C
Na odczarni	
Temperatura pompowania asfaltu	> 150°C
Temperatura asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej	175 ÷ 185°C
Na budowie	
Temperatura minimalna dostarczonej mieszanki mineralno-asfaltowej (w koszu rozkładarki)	165°C

Magazynowanie

Magazynowanie krótkotrwałe (do 10 dni)

- zalecana temperatura magazynowania asfaltu: ≤ 185°C

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 10 dni) w wysokiej temperaturze

Zaleca się unikanie przechowywania asfaltu w wysokiej temperaturze przez długie okresy czasu. W przypadku konieczności magazynowania asfaltu wielorodzajowego BITREX 20/30 w zbiorniku w wysokiej temperaturze (do 185°C) przez ponad 10 dni zaleca się przeprowadzenie kontroli stopnia starzenia lepiszcza przed użyciem asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej. Należy zbadać: penetrację w 25°C wg PN-EN 1426 lub temperaturę mięknięcia wg PN-EN 1427.

W przypadku nadmiernego zestarzenia lepiszcza należy rozpocząć procedurę kontrolowanego utylizowania produktu (procedura ZKP zgodna z PN-EN 13108-21).

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 10 dni) w obniżonej temperaturze

W przypadku konieczności magazynowania asfaltu wielorodzajowego BITREX 20/30 w znacznie dłuższym okresie niż 10 dni zaleca się obniżenie temperatury asfaltu i rozgrzanie przed ponownym użyciem. W przypadku planowanego długiego okresu przechowywania bez produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej dopuszczalne jest przechowywanie asfaltu w temperaturze otoczenia. Warunkiem takiego przechowywania jest wyposażenie zbiornika do magazynowania w odpowiedniej mocy urządzenia grzewcze gwarantujące późniejsze rozgrzanie asfaltu bez ryzyka miejscowego przepalenia lepiszcza podczas długotrwałego rozgrzewania.

7.3.2 BITREX 35/50

Przeznaczenie

Asfalt wielorodzajowy BITREX 35/50 jest asfaltem twardym, przeznaczonym do stosowania w warstwach wiążącej i podbudowy asfaltowej, dopuszcza się także stosowanie w warstwie ścieralnej nawierzchni (asfalt lany i beton asfaltowy). Ze względu na wysoką temperaturę mięknięcia przeznaczony jest głównie do warstw o podwyższonej sztywności – podbudów i warstw wiążących z mieszanki AC WMS lub do mieszanek standardowego betonu asfaltowego AC. Dopuszcza się stosowanie tego asfaltu do produkcji mieszanek typu SMA.

Właściwości wg AT/2005-03-1882/2 (Aprobata Techniczna IBDiM)

Tablica 7.3. Właściwości asfaltu wielorodzajowego BITREX 35/50

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Wymaganie
Penetracja w 25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	35-50
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	≥ 57
Temperatura łamliwości	PN-EN 12593	°C	≤ -15
Indeks penetracji, pen/PiK	PN-EN 12591	–	0,3-2,0
Rozpuszczalność	PN-EN 12592	% m/m	≥ 99,0
Lepkość dynamiczna w 60°C	ASTM D 4402	Pa·s	≥ 1 500
Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥ 250
Gęstość w 25°C	PN-EN 15326	g/cm³	deklarowana
Zmiana masy po starzeniu	PN-EN 12607-1	% m/m	≤ 0,5
Wzrost temperatury mięknięcia po RTFOT	PN-EN 1427	°C	≤ 10,0
Pozostała penetracja w 25°C po RTFOT	PN-EN 1426	%	≥ 60

Właściwości wg Superpave

Właściwości asfaltu wielorodzajowego BITREX 35/50 wg *Superpave* (na podstawie badań wykonanych w latach 2009-2012).

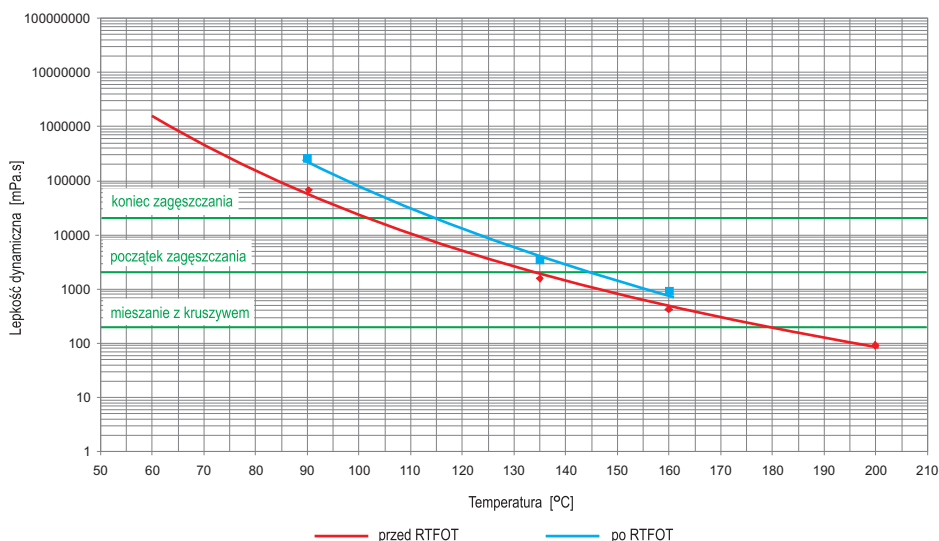
- klasyfikacja wg AASHTO MP 1: **PG 82-16**
- górne temperatury krytyczne (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (asfalt świeży) $T_{kryt} = 81,4^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT) $T_{kryt} = 84,9^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 5000$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT i PAV) $T_{kryt} = 13,4^{\circ}\text{C}$
- dolne temperatury krytyczne (AASHTO PP 42; PN-EN 14771):
 - temperatura przy $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -25,4^{\circ}\text{C}$
 - temperatura przy $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -10^{\circ}\text{C}$
 - sztywność w temperaturze -16°C $S(T)_{-16} = 120,5\text{MPa}$
- wyniki i klasyfikacja według metody MSCR (wyjaśnienie w rozdziale 9)

Temperatura	64°C	70°C
Jnr 0,1 kPa	0,140	0,739
Jnr 3,2 kPa	0,162	1,068
Jnr diff	15,8	44,5
R 0,1 kPa	51,9	24,2
R 3,2 kPa	44,9	7,4
R diff	13	69
Końcowa klasyfikacja przydatności dla ruchu drogowego (w temperaturze badania) według najnowszej klasyfikacji PG	E (Extreme)	H (Heavy)

Temperatury technologiczne

W laboratorium	
Temperatura zagęszczania próbek (próbki Marshalla lub próbki zagęszczane w prasie żyrotorowej)	145 ÷ 150°C
Na otaczarni	
Temperatura pompowania asfaltu	>140°C
Temperatura asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej	170 ÷ 180°C
Temperatura asfaltu lanego MA w mieszalniku otaczarki (przy czasie przechowywania mma do 8h)	<230°C
Temperatura asfaltu lanego MA w mieszalniku otaczarki (przy czasie przechowywania mma do 4h)	<240°C
Uwaga: podczas produkcji asfaltu lanego MA zaleca się stosowanie dodatków obniżających temperaturę technologiczną (mieszania z kruszywem i wbudowania), tak aby produkcja asfaltu lanego odbywała się w temperaturze poniżej 200°C	
Na budowie	
Temperatura minimalna dostarczonej mieszanki mineralno-asfaltowej (w koszu rozkładarki)	155°C

Zależność lepkości od temperatury



Rys. 7.2. Zależność lepkości od temperatury dla asfaltu wielorodzajowego BITREX 35/50

Tablica 7.4. Przykładowe wyniki badań lepkości asfaltu wielorodzajowego BITREX 35/50 produkowanego w roku 2012. Badania wykonane w ORLEN Laboratorium sp. z o.o.

Rodzaj lepkości	Metoda badania	Dokument odniesienia	Parametry sprzętu	Jednostka	Temperatura badania	Przykładowy wynik badania lepkości
dynamiczna	lepkościomierz obrotowy Brookfielda	ASTM D4402 PN-EN 13702-2	wrzeczono nr 21, 29	Pa*s	90°C	66,93
					135°C	1,47
					160°C	0,41
			wrzeczono nr 29	Pa*s	90°C po RTFOT	242,00
					135°C po RTFOT	3,32
					160°C po RTFOT	0,81

Magazynowanie

Magazynowanie krótkotrwałe (do 10 dni)

- zalecana temperatura magazynowania asfaltu: $\leq 185^{\circ}\text{C}$

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 10 dni) w wysokiej temperaturze

Zaleca się unikanie przechowywania asfaltu w wysokiej temperaturze przez długie okresy czasu. W przypadku konieczności magazynowania asfaltu wielorodzajowego BITREX 35/50 w zbiorniku w wysokiej temperaturze (do 185°C) przez ponad 10 dni zaleca się przeprowadzenie kontroli stopnia starzenia lepiszcza przed użyciem asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej. Należy zbadać: penetrację w 25°C wg PN-EN 1426 lub temperaturę mięknięcia wg PN-EN 1427.

W przypadku nadmiernego zestarzenia lepiszcza należy rozpocząć procedurę kontrolowanego utylizowania produktu (procedura ZKP zgodna z PN-EN 13108-21).

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 10 dni) w obniżonej temperaturze

W przypadku konieczności magazynowania asfaltu wielorodzajowego BITREX 35/50 w znacznie dłuższym okresie niż 10 dni zaleca się obniżenie temperatury asfaltu i rozgrzanie przed ponownym użyciem. W przypadku planowanego długiego okresu przechowywania bez produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej dopuszczalne jest przechowywanie asfaltu w temperaturze otoczenia. Warunkiem takiego przechowywania jest wyposażenie zbiornika do magazynowania w odpowiedniej mocy urządzenia grzewcze gwarantujące późniejsze rozgrzanie asfaltu bez ryzyka miejscowego przepalenia lepiscza podczas długotrwałego rozgrzewania.

7.3.3 BITREX 50/70

Przeznaczenie

Asfalt wielorodzajowy BITREX 50/70 należy do asfaltów o średniej twardości i jest przeznaczony głównie do stosowania w warstwach ścieralnych. Można także zastosować ten asfalt do warstw wiążących i podbudów na drogach samorządowych, o mniejszym obciążeniu ruchem.

Właściwości wg AT/2005-03-1882/2 (Aprobata Techniczna IBDiM)

Tablica 7.5. Właściwości asfaltu wielorodzajowego BITREX 50/70

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Wymaganie
Penetracja w 25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	50-70
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	≥ 54
Temperatura łamliwości	PN-EN 12593	°C	≤ -17
Indeks penetracji, pen/PiK	PN-EN 12591	–	0,3-2,0
Rozpuszczalność	PN-EN 12592	% m/m	≥ 99,0
Lepkość dynamiczna w 60°C	ASTM D 4402	Pa·s	≥ 900
Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥ 250
Gęstość w 25°C	PN-EN 15326	g/cm ³	deklarowana
Zmiana masy po starzeniu	PN-EN 12607-1	% m/m	≤ 0,5
Wzrost temperatury mięknięcia po RTFOT	PN-EN 1427	°C	≤ 10,0
Pozostała penetracja w 25°C po RTFOT	PN-EN 1426	%	≥ 50

Właściwości wg Superpave

Właściwości asfaltu wielorodzajowego BITREX 50/70 wg *Superpave* (na podstawie badań wykonanych w latach 2009-2012).

- klasyfikacja wg AASHTO MP 1: **PG 70-16**

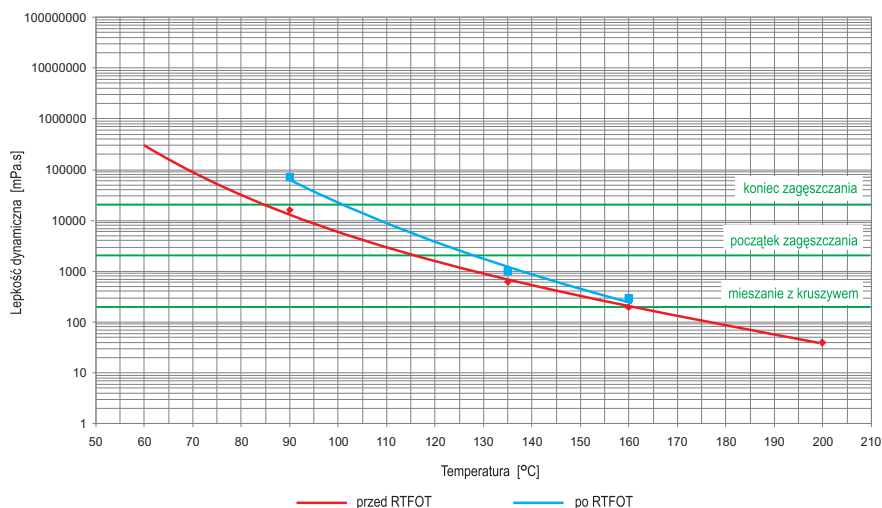
- górne temperatury krytyczne (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (asfalt świeży) $T_{kryt} = 71,1^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT) $T_{kryt} = 74,7^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 5000$ kPa (asfalt po starzeniu RTFOT i PAV) $T_{kryt} = 10,4^{\circ}\text{C}$
- dolne temperatury krytyczne (AASHTO PP 42; PN-EN 14771):
 - temperatura przy $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -27,4^{\circ}\text{C}$
 - temperatura przy $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -11,8^{\circ}\text{C}$
 - szytywność w temperaturze -16°C $S(T)_{-16} = 98,1$ MPa
- wyniki i klasyfikacja według metody MSCR (wyjaśnienie w rozdziale 9)

Temperatura	64°C
J _{nr} 0,1 kPa	0,540
J _{nr} 3,2 kPa	0,764
J _{nr} diff	41,6
R 0,1 kPa	37,5
R 3,2 kPa	17,9
R diff	52
Końcowa klasyfikacja przydatności dla ruchu drogowego (w temperaturze badania) według najnowszej klasyfikacji PG	V (Very Heavy)

Temperatury technologiczne

W laboratorium	
Temperatura zagęszczania próbek (próbki Marshalla lub próbki zagęszczane w prasie żyratorowej)	140 ÷ 145°C
Na otaczarni	
Temperatura pompowania asfaltu	> 140°C
Temperatura asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej	160 ÷ 170°C
Na budowie	
Temperatura minimalna dostarczonej mieszanki mineralno-asfaltowej (w koszu rozkładarki)	150°C

Zależność lepkości od temperatury



Rys. 7.3. Zależność lepkości od temperatury dla asfaltu wielorodzajowego BITREX 50/70

Tablica 7.6. Przykładowe wyniki badań lepkości asfaltu wielorodzajowego BITREX 50/70 produkowanego w roku 2012

Rodzaj lepkości	Metoda badania	Dokument odniesienia	Parametry sprzętu	Jednostka	Temperatura badania	Przykładowy wynik badania lepkości
dynamiczna	lepkościomierz obrotowy Brookfielda	ASTM D4402 PN-EN 13702-2	wrzeczono nr 27, 29	Pa*s	90°C	16,09
					135°C	0,58
					160°C	0,18
			wrzeczono nr 29	Pa*s	90°C po RTFOT	69,04
					135°C po RTFOT	1,12
					160°C po RTFOT	0,30

Magazynowanie

Magazynowanie krótkotrwałe (do 10 dni)

- zalecana temperatura magazynowania asfaltu: $\leq 185^{\circ}\text{C}$

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 10 dni) w wysokiej temperaturze

Zaleca się unikanie przechowywania asfaltu w wysokiej temperaturze przez długie okresy czasu. W przypadku konieczności magazynowania asfaltu wielorodzajowego BITREX 50/70 w zbiorniku w wysokiej temperaturze (do 185°C) przez ponad 10 dni zaleca się przeprowadzenie kontroli stopnia starzenia lepiszcza przed użyciem asfaltu do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej. Należy zbadać: penetrację w 25°C wg PN-EN 1426 lub temperaturę mięknięcia wg PN-EN 1427.

W przypadku nadmiernego zestarzenia lepiszcza należy rozpocząć procedurę kontrolowanego utylizowania produktu (procedura ZKP zgodna z PN-EN 13108-21).

Magazynowanie długotrwałe (powyżej 10 dni) w obniżonej temperaturze

W przypadku konieczności magazynowania asfaltu wielorodzajowego BITREX 50/70 w znacznie dłuższym okresie niż 10 dni zaleca się obniżenie temperatury asfaltu i rozgrzanie przed ponownym użyciem. W przypadku planowanego długiego okresu przechowywania bez produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej dopuszczalne jest przechowywanie asfaltu w temperaturze otoczenia. Warunkiem takiego przechowywania jest wyposażenie zbiornika do magazynowania w odpowiedniej mocy urządzenia grzewcze gwarantujące późniejsze rozgrzanie asfaltu bez ryzyka miejscowego przepalenia lepiszcza podczas długotrwałego rozgrzewania.

7.4. Pozostałe właściwości asfaltów wielorodzajowych BITREX

Więcej informacji porównawczych na temat działania asfaltów wielorodzajowych w mieszankach mineralno-asfaltowych znaleźć można w rozdziale 8. oraz w rozdziale 9.



Rozdział 8

WYNIKI BADAŃ ASFALTÓW W MIESZANKACH MINERALNO-ASFALTOWYCH

8.1. Wprowadzenie

W rozdziałach 5, 6 i 7 niniejszego poradnika przedstawiono właściwości każdego z omawianych asfaltów drogowych, wielorodajowych i modyfikowanych produkcji ORLEN Asfalt. Przedstawione właściwości asfaltów z oczywistych względów muszą odpowiadać wymaganiom odpowiednich dokumentów odniesienia według których są produkowane. Powyższe charakterystyki w pewnym stopniu pozwalają sklasyfikować omawiane asfalty wg odporności na czynniki zewnętrzne środowiska, w którym będą pracować: w odpowiednim rodzaju mieszanki mineralno-asfaltowej (AC, SMA, MA itd.) i warstwie, w której ona się znajduje (np. warstwa ścieralna, wiążąca, podbudowy).

Z punktu widzenia zarządcy drogi, projektanta i wykonawcy nawierzchni najważniejszym jest, aby znać sposób zachowania asfaltów w nawierzchni poddanej warunkom rzeczywistej pracy w konstrukcji drogowej, bądź warunkom symulacji takiej pracy za pomocą testów laboratoryjnych. Rozumiejąc, że same badania lepszczy są potrzebne i niezbędne, ale nie dają pełnej wiedzy oczekiwanej przez drogowców, od wielu lat firma ORLEN Asfalt prowadzi także badania zachowania się asfaltów w mieszankach mineralno-asfaltowych, badając zarówno ich odporność na niskie jak i wysokie temperatury. W dalszej części rozdziału przedstawiono wyniki badań koleinowania i pękania w niskiej temperaturze różnych mieszanek mineralno-asfaltowych wykonanych z lepszczami ORLEN Asfalt.

8.2. Badania odporności na koleinowanie

Jednym z głównych parametrów eksploatacyjnych mieszanek mineralno-asfaltowych jest odporność na koleinowanie. Jakkolwiek rola lepszcza asfaltowego nie jest dominująca w zapewnieniu odporności nawierzchni na deformacje trwałe, to odpowiednio dobrany rodzaj asfaltu może wspomagać szkielet mineralny z kruszywa. W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie mieszanek mineralno-asfaltowych prowadzonych w latach 2008-2012 przez ORLEN Asfalt. Badania wykonano wg PN-EN 12697-22.

Warunki szczególne wykonywania badania to:

- wykonanie symulacji koleinowania z użyciem tzw. „małego aparatu”,
- badanie wykonywane w powietrzu, wg procedury B,
- temperatura badania 60°C,
- liczba cykli obciążeniowych próbki – 10 000,
- grubość płyty do koleinowania 60 mm,
- mieszanka AC 16 W o zawartości lepszcza 5,6% m/m (we wszystkich badaniach ilość stała, niezależnie od rodzaju asfaltu).

W mieszance AC16W zastosowano nieco zawyżoną zawartość lepiszcza (5,6%) w celu umożliwienia porównania wpływu szerokiego spektrum lepiszczy – od bardzo twardego 20/30 do bardzo miękkiego 70/100. Zastosowanie bardziej „suchej” mieszanki AC16W spowodowałoby skumulowanie wyników wszystkich twardych lepiszczy w bardzo wąskim przedziale WTS_{AIR} od 0,01 do 0,05 mm/1000 cykli, co w praktyce uniemożliwiłoby ich porównanie.

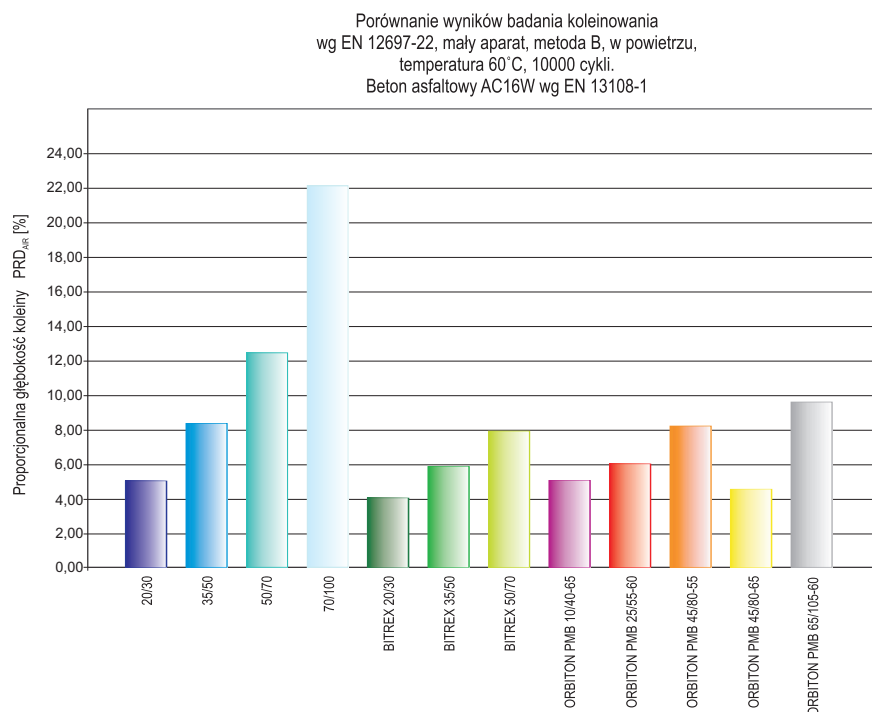
Wyniki badań prezentowane są w dalszej części rozdziału dla wszystkich rodzajów lepiszczy asfaltowych. Ponieważ dopuszczalny nacisk osi wynosi w Polsce 115 kN (11,5 tony), więc zgodnie z wytycznymi norm PN-EN 13108 do badań wybrano mały aparat do koleinowania. W większości polskich wytycznych do mieszanek mineralno-asfaltowych wymaganie wobec odporności na koleinowanie ustalone jest tylko dla WTS_{AIR} , natomiast do PRD_{AIR} stosowana jest opcja „podaj wynik”.

8.2.1. Badania porównawcze wszystkich lepiszczy na AC 16W

W 2012 r. wykonano na tej samej mieszance betonu asfaltowego AC 16W wg PN-EN 13108-1 badania porównawcze przy zastosowaniu wszystkich produkowanych przez ORLEN Asphalt lepiszczy drogowych do mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Badano:

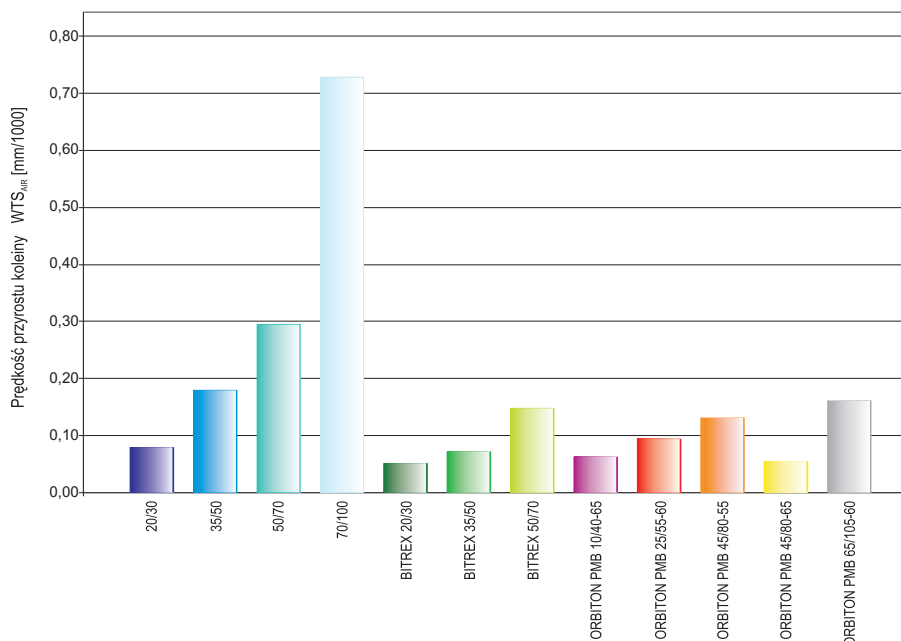
- asfalty drogowe: 20/30, 35/50, 50/70, 70/100,
- asfalty wielorodrajowe BITREX: 20/30, 35/50, 50/70,
- asfalty modyfikowane ORBITON: 10/40-65, 25/55-60, 45/80-55, 45/80-65, 65/105-60.

Porównano 12 lepiszczy asfaltowych pod względem ich udziału w odporności betonu asfaltowego na koleinowanie. Wyniki w postaci parametrów PRD_{AIR} i WST_{AIR} przedstawiono na rys. 8.1. i 8.2. Należy pamiętać, że wyniki zostały przedstawione na wykresach jedynie w celu porównywania lepiszczy między sobą, a więc nie należy sugerować się wartościami uzyskanych parametrów WTS i PRD .



Rys. 8.1. Wyniki badań porównawczych PRD_{AIR} dla 12 lepiszczy asfaltowych produkowanych przez ORLEN Asphalt w 2012 r. Mieszanka mineralno-asfaltowa AC 16W

Porównanie wyników badania koleinowania
wg EN 12697-22, mały aparat, metoda B, w powietrzu,
temperatura 60°C, 10000 cykli.
Beton asfaltowy AC16W wg EN 13108-1



Rys. 8.2. Wyniki badań porównawczych WTS_{AIR} dla 12 lepszczycy asfaltowych produkowanych przez ORLEN Asphalt w 2012 r. Mieszanka mineralno-asfaltowa AC 16W

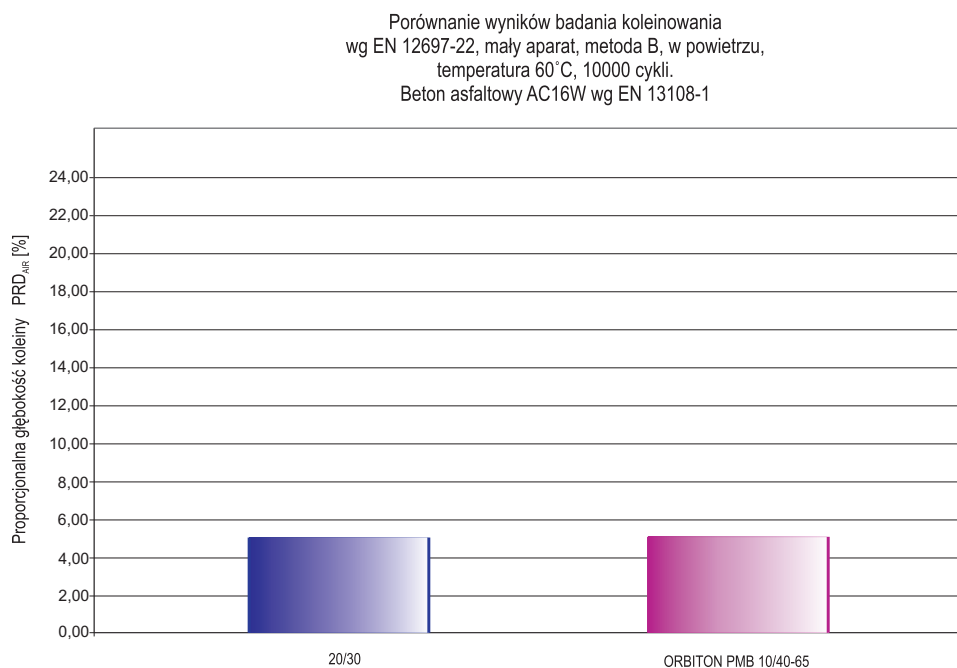
Widoczna jest zależność odporności na koleinowanie od twardości i lepkości lepszczca. W sposób oczywisty dobrą odporność na koleinowanie uzyskamy z bardzo twardymi lepszczcami: asfaltem drogowym 20/30, asfaltem wielorodzajowym BITREX 20/30 czy asfaltem modyfikowanym ORBITON 10/40-65. Z kolei lepszczca o nie tak dużej twardości, ale dość dużej lepkości, szczególnie uwaga ta dotyczy asfaltów modyfikowanych, wykazują znacznie lepsze właściwości niż asfalty drogowe.

8.2.2. Badania porównawcze między pojedynczymi lepszczcami

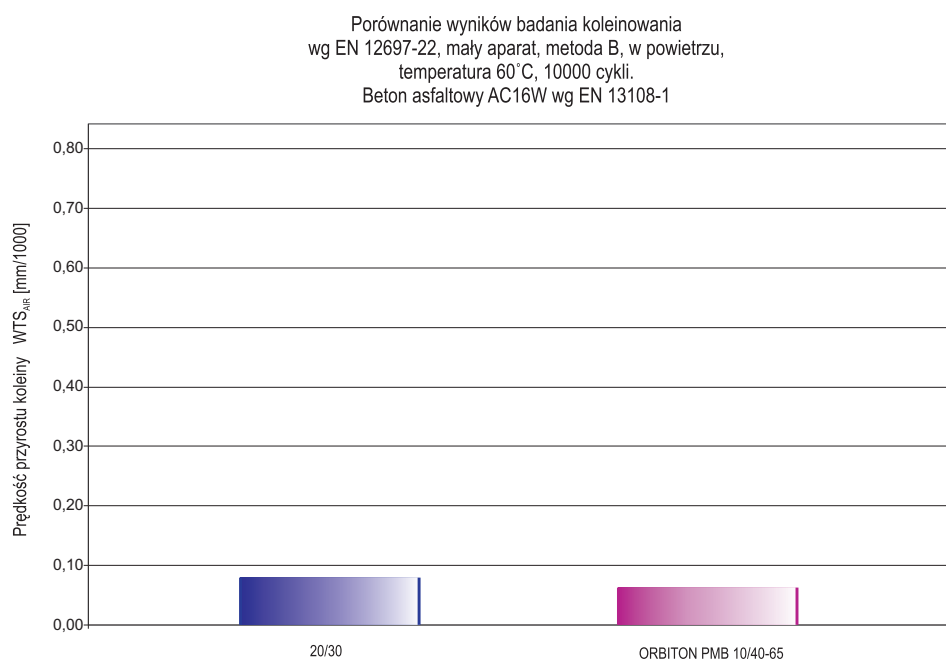
W latach 2008-2012 przeprowadzono badania porównawcze bezpośrednio między asfaltami drogowymi a asfaltami wielorodzajowymi i asfaltami modyfikowanymi. Analizując przedstawione wyniki należy pamiętać, że dotyczą one konkretnych mieszanek mineralno-asfaltowych (różnych Badań Typu) i nie muszą powtórzyć się dla mieszanin innych kruszyw, o innym uziarnieniu, o innej zawartości lepszczca i innych cechach objętościowych. Celem badań było przede wszystkim oszacowanie różnic w udziale różnych asfaltów w odporności na koleinowanie.

8.2.2.1. ORBITON 10/40-65

Na rys. 8.3. i 8.4. przedstawiono wyniki badań porównawczych betonu asfaltowego AC 16W, mieszanka do warstwy wiążącej, z asfaltem drogowym 20/30 i polimeroasfaltem 10/40-65.



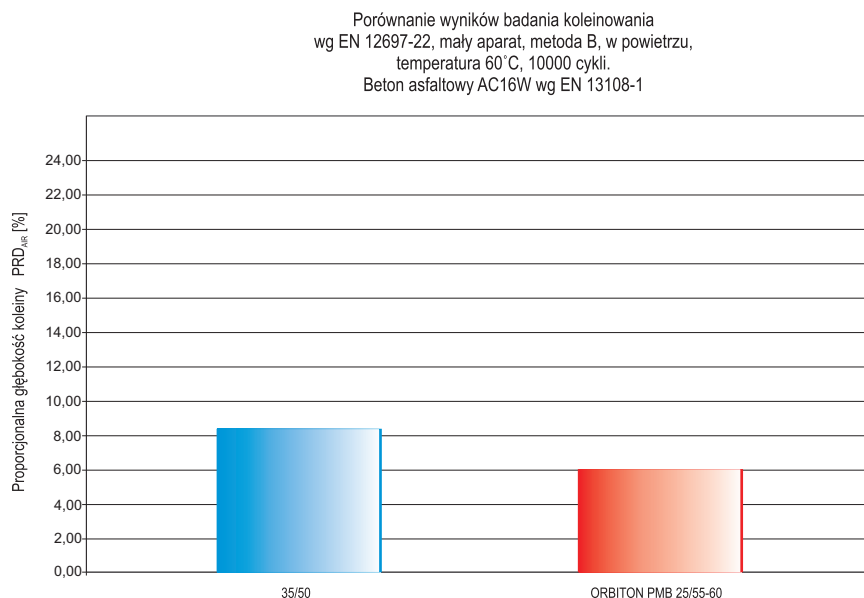
Rys. 8.3. Wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie (PRD_{AIR}) asfaltu drogowego 20/30 z asfaltem modyfikowanym ORBITON 10/40-65



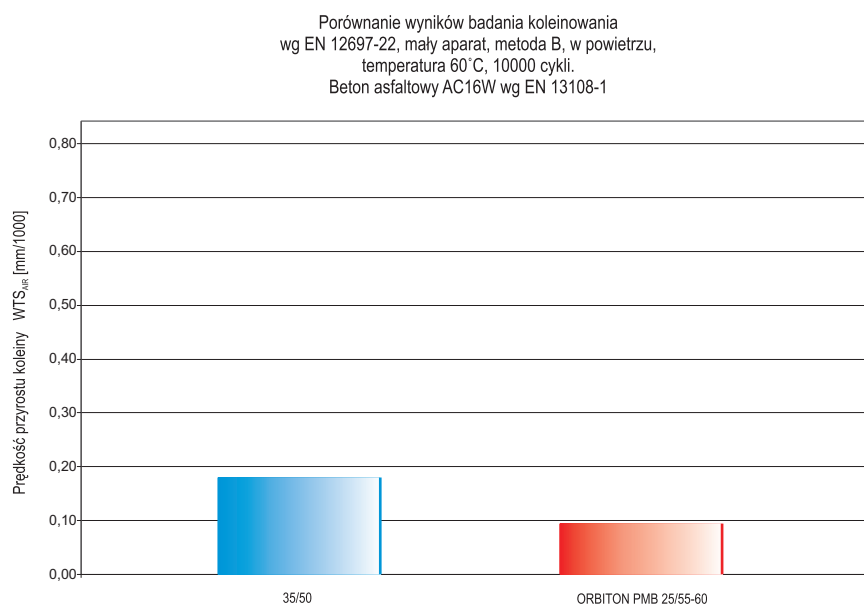
Rys. 8.4. Wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie (WTS_{AIR}) asfaltu drogowego 20/30 z asfaltem modyfikowanym ORBITON 10/40-65

8.2.2.2. ORBITON 25/55-60

Na rys. 8.5. i 8.6. przedstawiono wyniki badań porównawczych betonu asfaltowego AC 16W, mieszanka do warstwy wiążącej, z asfaltem drogowym 35/50 i polimeroasfaltem ORBITON 25/55-60. W obydwu najważniejszych parametrach koleinowania ORBITON 25/55-60 wykazuje bardzo dobre właściwości w porównaniu z asfaltem drogowym o podobnej twardości (35/50).



Rys. 8.5. Wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie (PRD_{AIR}) asfaltu drogowego 35/50 z asfaltem modyfikowanym ORBITON 25/55-60

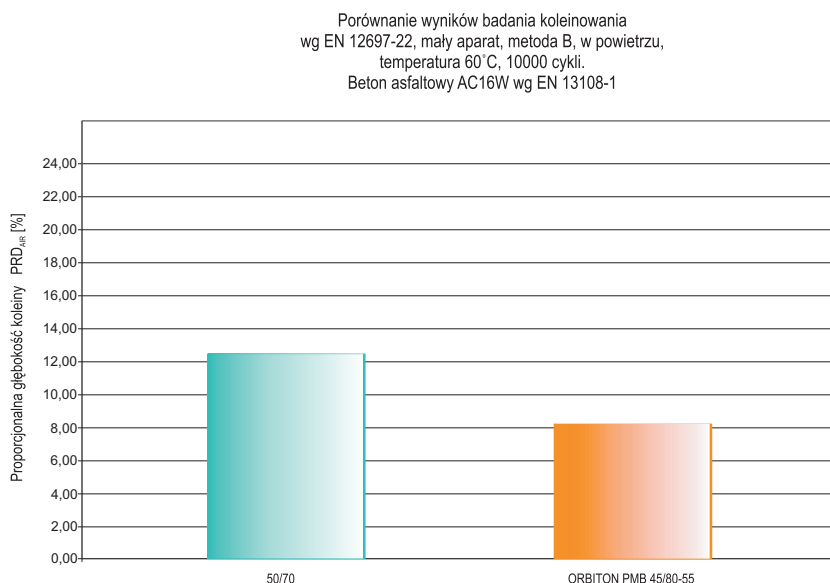


Rys. 8.6. Wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie (WTS_{AIR}) asfaltu drogowego 35/50 z asfaltem modyfikowanym ORBITON 25/55-60

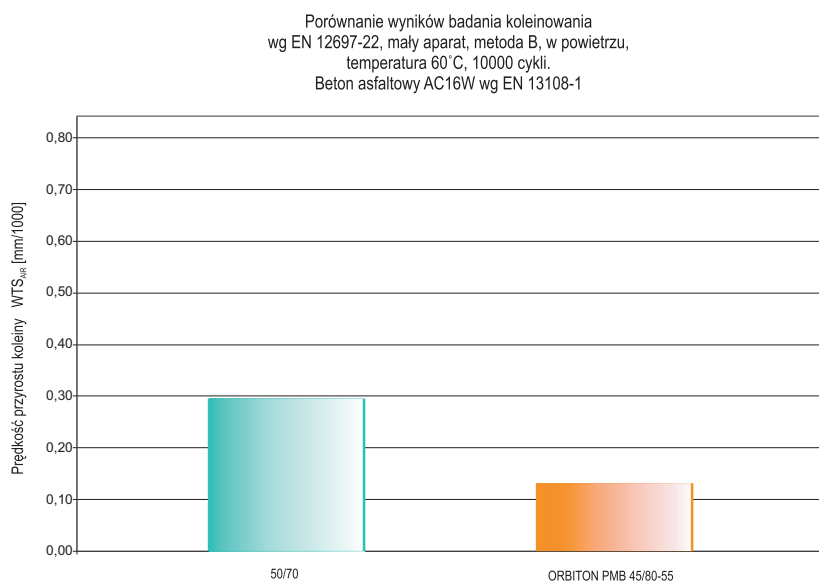
8.2.2.3. ORBITON 45/80-55

ORBITON 45/80-55 jest najpopularniejszym w Polsce asfaltem modyfikowanym do warstw śceralnych. Charakteryzuje się dobrymi właściwościami funkcjonalnymi oraz łatwością wbudowania.

Na rysunkach 8.7. i 8.8. przedstawiono wyniki badań porównawczych SMA8 do warstwy śceralnej z asfaltem drogowym 50/70 i polimeroasfaltem ORBITON 45/80-55. W obydwu najważniejszych parametrach koleinowania ORBITON 45/80-55 wykazuje nieporównywalnie lepsze właściwości w porównaniu z asfaltem drogowym o podobnej twardości (50/70).



Rys. 8.7. Wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie (PRD_{AIR}) asfaltu drogowego 50/70 z asfaltem modyfikowanym ORBITON 45/80-55

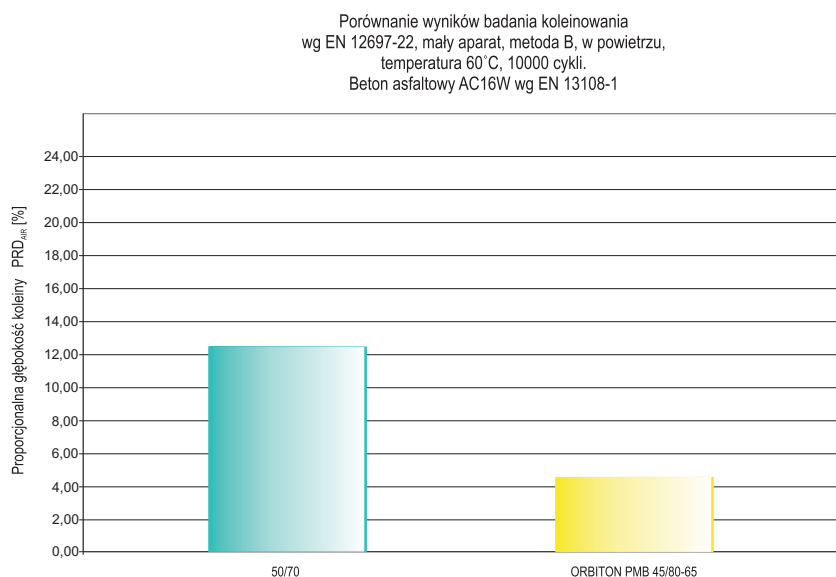


Rys. 8.8. Wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie (WTS_{AIR}) asfaltu drogowego 50/70 z asfaltem modyfikowanym ORBITON 45/80-55

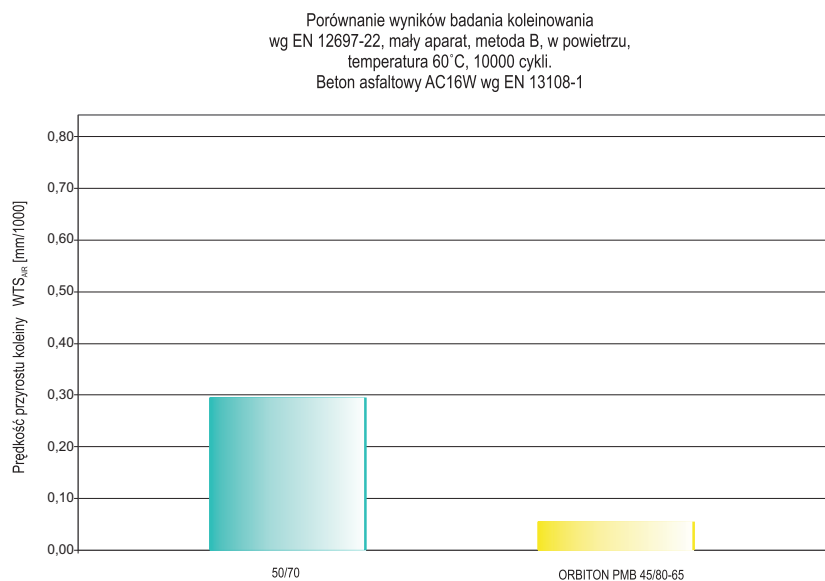
8.2.2.4. ORBITON 45/80-65

ORBITON 45/80-65 jest asfaltem modyfikowanym do warstw śceralnych. Charakteryzuje się bardzo dobrymi właściwościami funkcjonalnymi.

Na rysunkach 8.9. i 8.10. przedstawiono wyniki badań porównawczych SMA11 do warstwy śceralnej z asfaltem drogowym 50/70 i polimeroasfaltem ORBITON 45/80-65. W obydwu najważniejszych parametrach koleinowania ORBITON 45/80-65 wykazuje znacznie lepsze właściwości w porównaniu z asfaltem drogowym o podobnej twardości (50/70).



Rys. 8.9. Wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie (PRD_{AIR}) asfaltu drogowego 50/70 z asfaltem modyfikowanym ORBITON 45/80-65

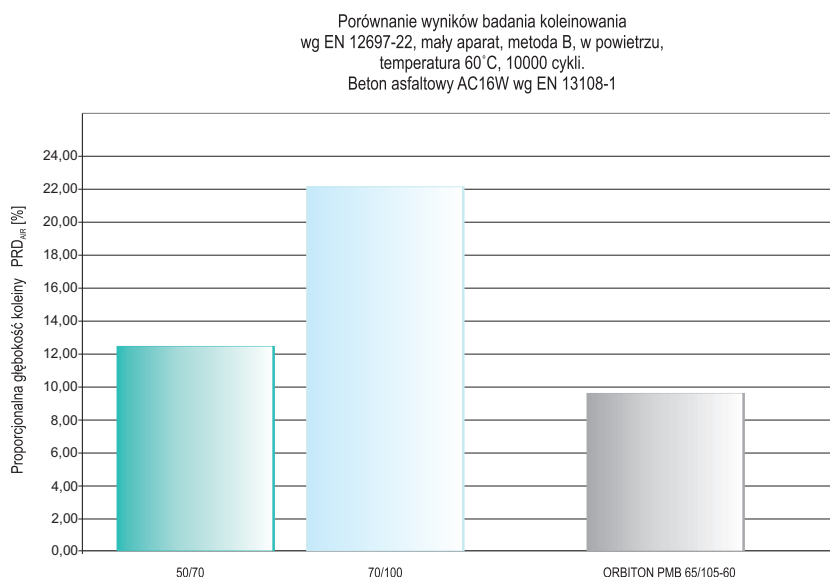


Rys. 8.10. Wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie (WTS_{AIR}) asfaltu drogowego 50/70 z asfaltem modyfikowanym ORBITON 45/80-65

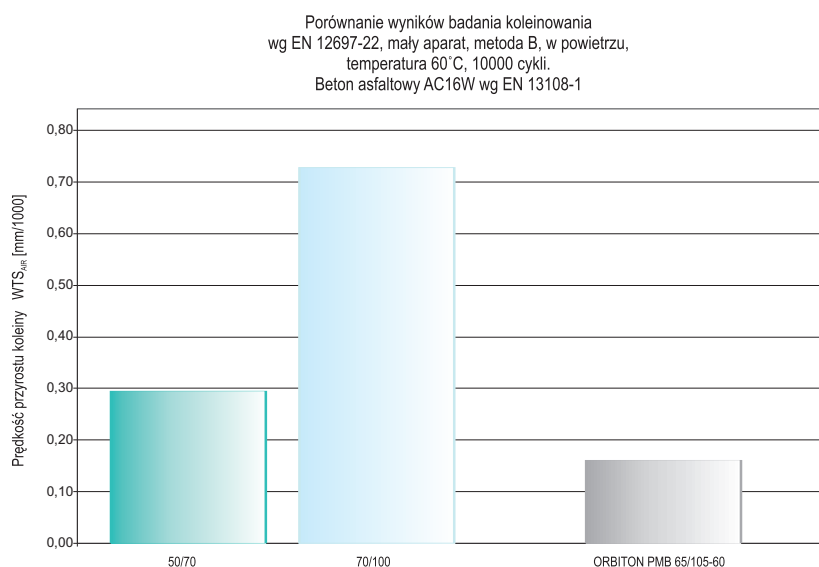
8.2.2.5. ORBITON 65/105-60

ORBITON 65/105-60 jest miękkim asfaltem modyfikowanym do warstw ścieralnych. Charakteryzuje się bardzo dobrą ciągliwością i sprężystością oraz znakomitymi właściwościami niskotemperaturowymi.

Na rysunkach 8.11. i 8.12. przedstawiono wyniki badań porównawczych AC 16W do warstwy ścieralnej z asfaltami drogowymi 50/70 oraz 70/100 i polimeroasfaltem ORBITON 65/105-60. W obydwu najważniejszych parametrach koleinowania ORBITON 65/105-60 wykazuje znacznie lepsze właściwości w porównaniu z asfaltami drogowymi o podobnej twardości (50/70 i 70/100).



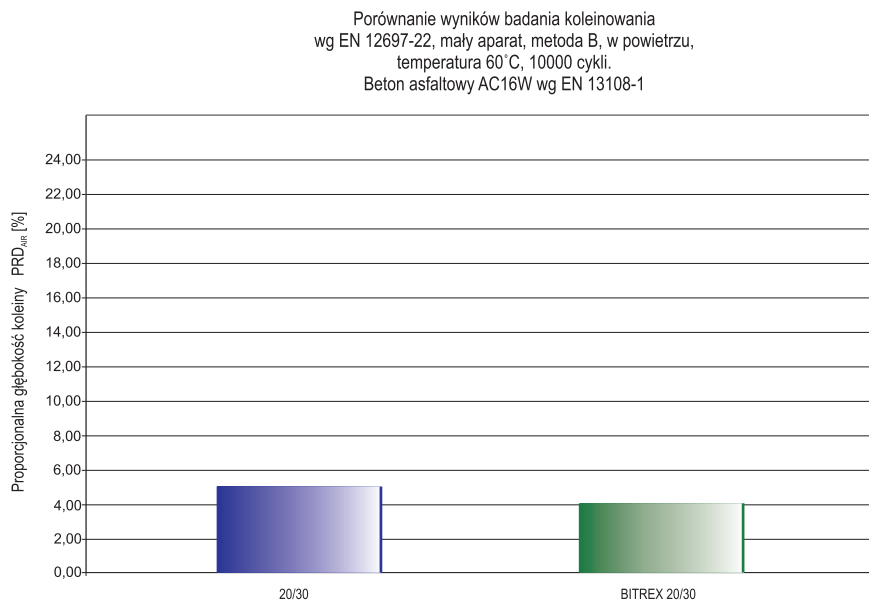
Rys. 8.11. Wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie (PRD_{AIR}) asfaltów drogowych 50/70 i 70/100 z asfaltem modyfikowanym ORBITON 65/105-60



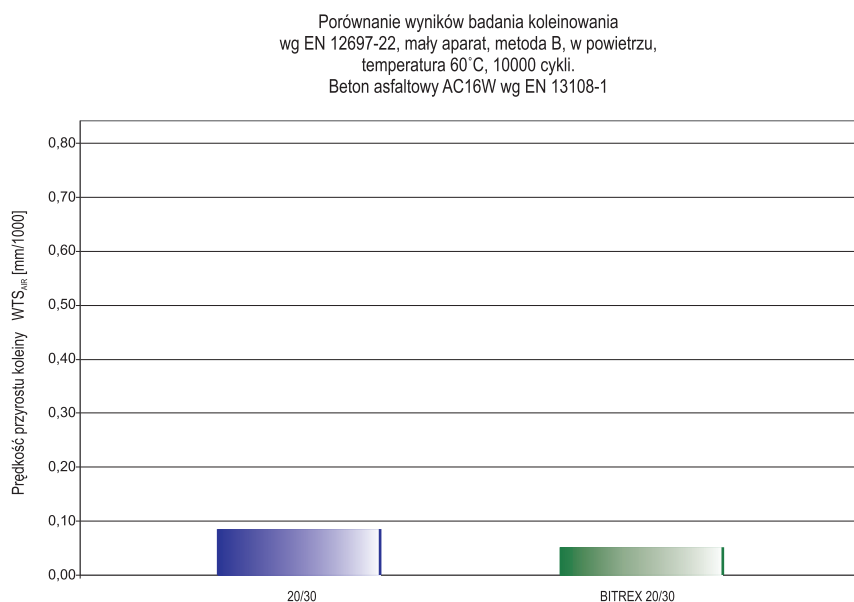
Rys. 8.12. Wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie (WTS_{AIR}) asfaltów drogowych 50/70 i 70/100 z asfaltem modyfikowanym ORBITON 65/105-60

8.2.2.6. Asfalt wielorodzajowy BITREX 20/30

Na rys. 8.13. i 8.14. przedstawiono wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie betonu asfaltowego AC 16W z asfaltem drogowym 20/30 i z asfaltem wielorodzajowym BITREX 20/30. Widoczna jest przewaga asfaltu wielorodzajowego BITREX 20/30 nad asfaltem drogowym 20/30 wynikająca nie tylko z większej twardości, ale także z większej lepkości w 60°C.



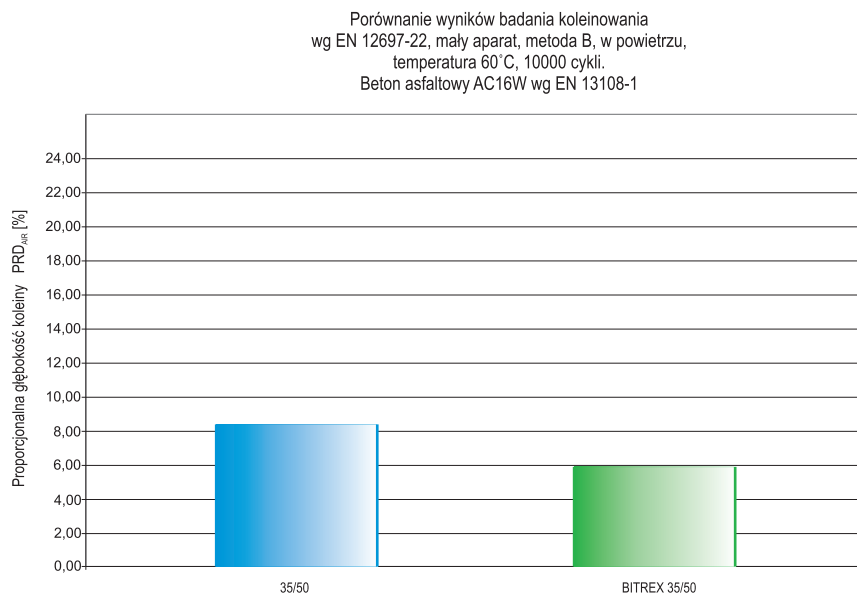
Rys. 8.13. Wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie (PRD_{AIR}) betonu asfaltowego AC 16W z asfaltem drogowym 20/30 i asfaltem wielorodzajowym BITREX 20/30



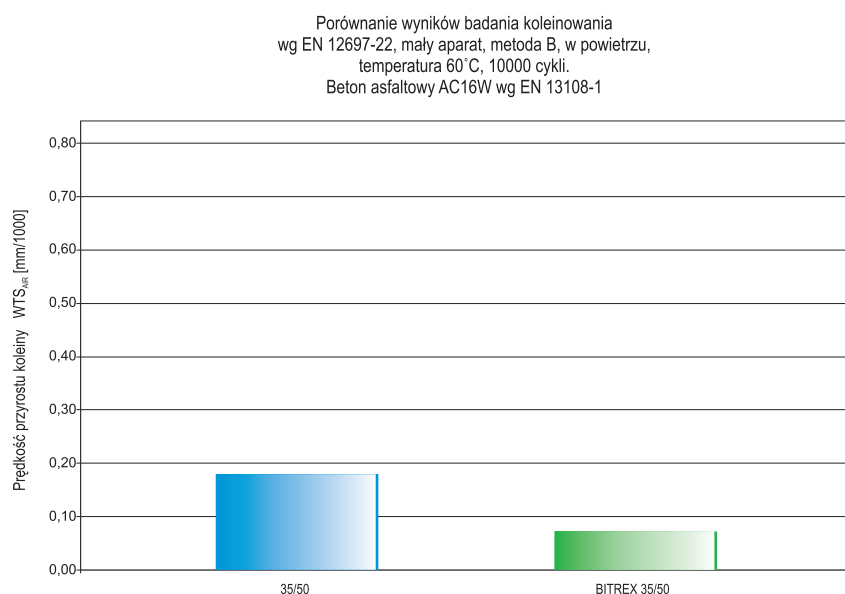
Rys. 8.14. Wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie (WTS_{AIR}) betonu asfaltowego AC 16W z asfaltem drogowym 20/30 i asfaltem wielorodzajowym BITREX 20/30

8.2.2.7. Asfalt wielorodzajowy BITREX 35/50

Na rys. 8.15. i 8.16. przedstawiono wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie betonu asfaltowego AC 16W z asfaltem drogowym 35/50 i asfaltem wielorodzajowym BITREX 35/50, a więc asfaltów o porównywalnej twardości. W tym przypadku różnica na korzyść asfaltu wielorodzajowego wynika z większej lepkości tego asfaltu w 60°C.



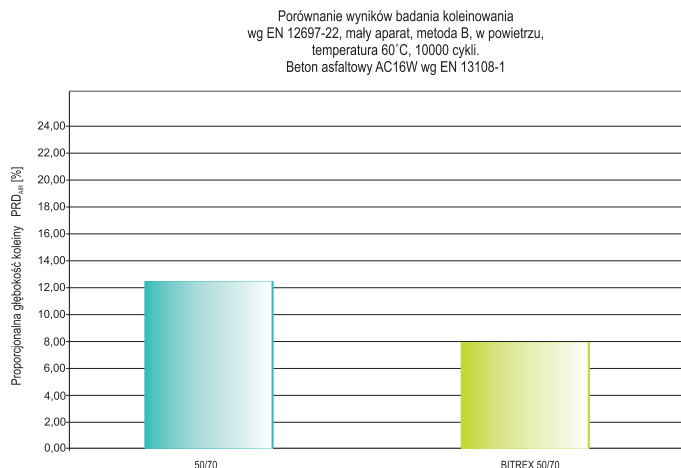
Rys. 8.15. Wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie (PRD_{AIR}) betonu asfaltowego AC 16W z asfaltem drogowym 35/50 i asfaltem wielorodzajowym BITREX 35/50



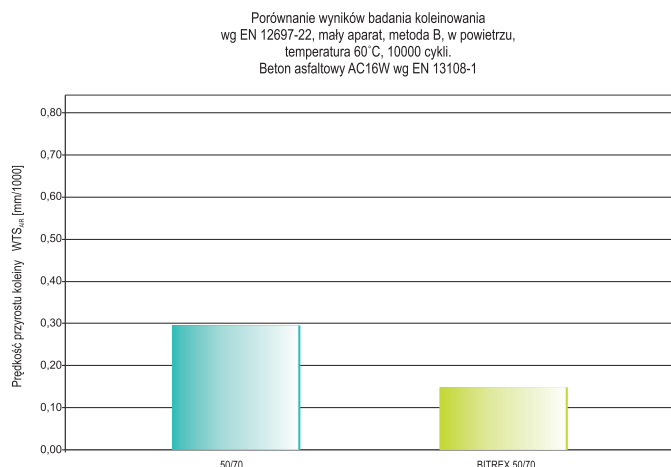
Rys. 8.16. Wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie (WTS_{AIR}) betonu asfaltowego AC 16W z asfaltem drogowym 35/50 i asfaltem wielorodzajowym BITREX 35/50

8.2.2.8. Asphalt wielorodzajowy BITREX 50/70

Asfalt wielorodzajowy BITREX 50/70 przeznaczony jest przede wszystkim do warstw ścieralnych. Na rys. 8.17. i 8.18. przedstawiono wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie mieszanki SMA8 z asfaltem drogowym 50/70 i z asfaltem wielorodzajowym BITREX 50/70, a więc asfaltów o porównywalnej twardości. Stosowanie asfaltu o penetracji 50/70 do warstw ścieralnych w nawierzchniach o większym obciążeniu ciężkim ruchem powinno być poprzedzone badaniami odporności mieszanki mineralno-asfaltowej na koleinowanie. Przedstawione wyniki badań wskazują, że lepszym rozwiązaniem będzie zastosowanie asfaltu wielorodzajowego BITREX 50/70, chociaż i w tym przypadku należy pamiętać o wykonaniu badania kontrolnego.



Rys. 8.17. Wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie (PRD_{AIR}) mieszanki SMA8 z asfaltem drogowym 50/70 i z asfaltem wielorodzajowym BITREX 50/70



Rys. 8.18. Wyniki badań porównawczych odporności na koleinowanie (WTS_{AIR}) mieszanki SMA8 z asfaltem drogowym 50/70 i z asfaltem wielorodzajowym BITREX 50/70

8.3. Badania odporności na pękanie niskotemperaturowe

Badanie odporności na koleinowanie sprawdza, jak zachowa się zaprojektowana mieszanka mineralno-asfaltowa w czasie obciążenia ruchem w relatywnie wysokiej temperaturze. Wiemy jednak, że nawierzchnia ulega także zniszczeniu w zimie, podczas spadków temperatury poniżej 0°C. Pojawiające się wtedy spękania skurczowe, niskotemperaturowe, są przyczyną znaczącego zmniejszenia żywotności nawierzchni oraz generują dodatkowe koszty napraw i uszczelnień.

8.3.1. Metoda TSRST

W przeszłości stosowano różne metody badań, które miały przynieść odpowiedź na pytanie, w jakim stopniu mieszanka mineralno-asfaltowa jest odporna na pękanie. Od 2012 r. dostępna jest norma, w której podano szereg przydatnych metod badawczych: PN-EN 12697-46 *Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco – Część 46: Pękanie niskotemperaturowe i właściwości w badaniach osiowego rozciągania*. Z dostępnych w normie metod, w ORLEN Asphalt wybrano do naszych badań metodę TSRST (ang. *Thermal Stress Restrained Specimen Test*). Metoda TSRST jest także znormalizowana w USA jako AASHTO TP 10.

Zasada metody TSRST polega na przygotowaniu próbki w postaci walca lub prostopadłościanu z zagęszczonej mieszanki mineralno-asfaltowej (najczęściej wycinane z płyty). Końce próbek przyklejane są do sztywnej, nieodkształcalnej ramy i umieszczane w komorze kriostatycznej. W czasie testu TSRST temperatura w komorze jest obniżana z ustaloną prędkością $dT = -10 \text{ K/h}$. W wyniku obniżania temperatury próbka ulega skurczowi, jednak zamocowanie do ramy uniemożliwia odkształcenie się próbki, co powoduje powstanie wewnętrznego naprężenia rozciągającego w próbce prowadzącego w konsekwencji do jej pęknięcia. Jako wynik badania otrzymuje się następujące wartości: temperaturę pęknięcia T_{failure} , naprężenie pęknięcia σ_{failure} . Notuje się także naprężenie rozciągające podczas testu w funkcji temperatury: $\sigma_{\text{cri}}(T)$.

8.3.2. Badania porównawcze wszystkich lepiszczy na AC 16W

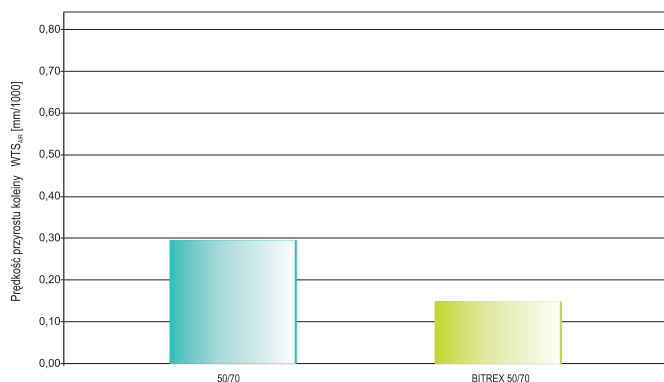
W 2012 r. wykonano na tej samej mieszance betonu asfaltowego AC 16W wg PN-EN 13108-1 badania porównawcze przy zastosowaniu wszystkich produkowanych przez ORLEN Asphalt lepiszczy drogowych do mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Badano:

- asfalty drogowe wg PN-EN 12591: 20/30, 35/50, 50/70, 70/100,
- asfalty wielorodzajowe BITREX: 20/30, 35/50, 50/70,
- asfalty modyfikowane ORBITON: 10/40-65, 25/55-60, 45/80-55, 45/80-65, 65/105-60.

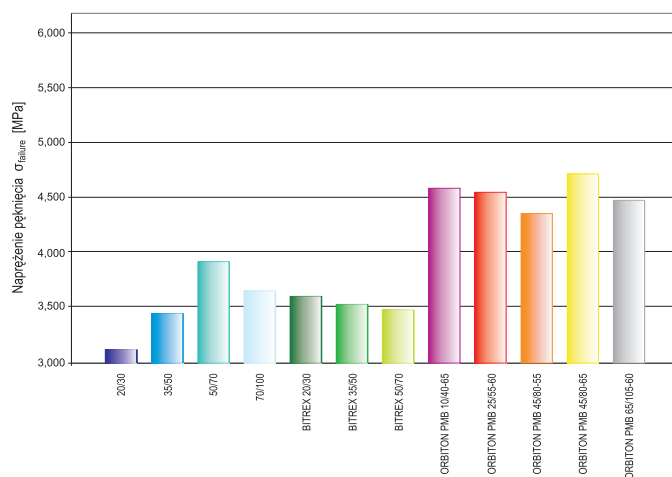
Porównano 12 lepiszczy asfaltowych pod względem ich udziału w odporności betonu asfaltowego na pękanie niskotemperaturowe. Wyniki w postaci temperatury pęknięcia T_{failure} , oraz naprężenia pęknięcia σ_{failure} przedstawiono na rys. 8.19. i 8.20. Badania wykonano na tej samej mieszance mineralno-asfaltowej AC 16W, którą wykorzystano do testów koleinowania.

Podane na wykresie 8.19. temperatury pęknięcia nie są oczywiście tymi, które dokładnie wystąpią w rzeczywistej nawierzchni. Należy pamiętać, że badanie TSRST podaje umowną temperaturę pęknięcia w określonych warunkach testu. W rzeczywistości bardzo rzadko zdarza się, aby spadek temperatury sięgał $10^\circ\text{C}/\text{godzinę}$. Można zatem założyć, że podane wyniki dotyczą ekstremalnych warunków, a w rzeczywistości temperatura pęknięcia byłaby niższa, czemu sprzyjałby mniejszy gradient spadku temperatury. Dodatkowym aspektem oceny wyników pękania jest zawartość lepiszcza w AC16W przyjętym do testów. W mieszance jest dość dużo lepiszcza (5,6%), a więc nie można napisać, że jest ona „sucha”. Z drugiej strony nie jest tak, że im więcej lepiszcza, tym na pewno temperatura pęknięcia będzie niższa. Jak w większości parametrów mieszanek mineralno-asfaltowych, tak i w tym przypadku istnieje optymalna ilość lepiszcza w mieszance. Z przyczyn praktycznych, w wieloletnim programie badawczym ORLEN Asphalt przyjęto pewne założenia porównawcze, dzięki którym możemy porównywać lepiszcza w zakresie ich podatności na pękanie w określonych warunkach. Patrzymy więc raczej na wielkość słupków i porównujemy je między sobą, a mniej sugerujemy się podaną temperaturą zniszczenia.

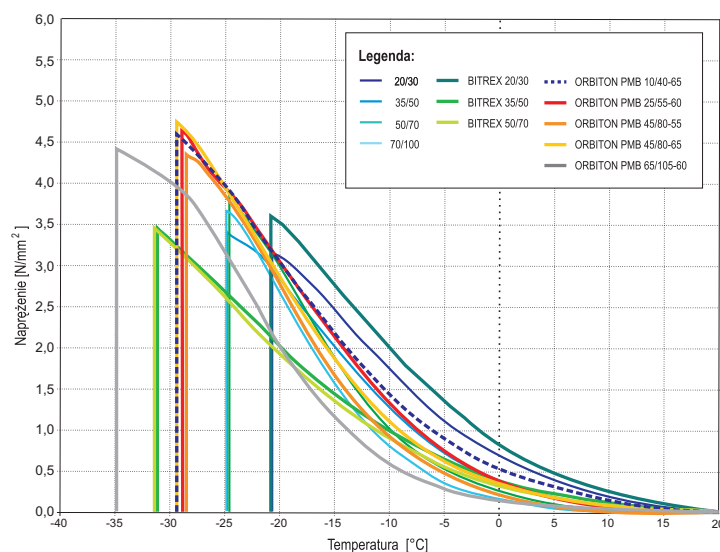
Porównanie wyników badania koleinowania
wg EN 12697-22, mały aparat, metoda B, w powietrzu,
temperatura 60°C, 10000 cykli.
Betón asfaltowy AC16W wg EN 13108-1



Rys. 8.19. Wyniki badań porównawczych temperatury pęknięcia $T_{failure}$ dla 12 lepiszczy asfaltowych produkowanych przez ORLEN Asfalt w 2012 r. Mieszanka mineralno-asfaltowa AC 16W



Rys. 8.20. Wyniki badań porównawczych napężenia pęknięcia $\sigma_{failure}$ dla 12 lepiszczy asfaltowych produkowanych przez ORLEN Asfalt w 2012 r. Mieszanka mineralno-asfaltowa AC 16W



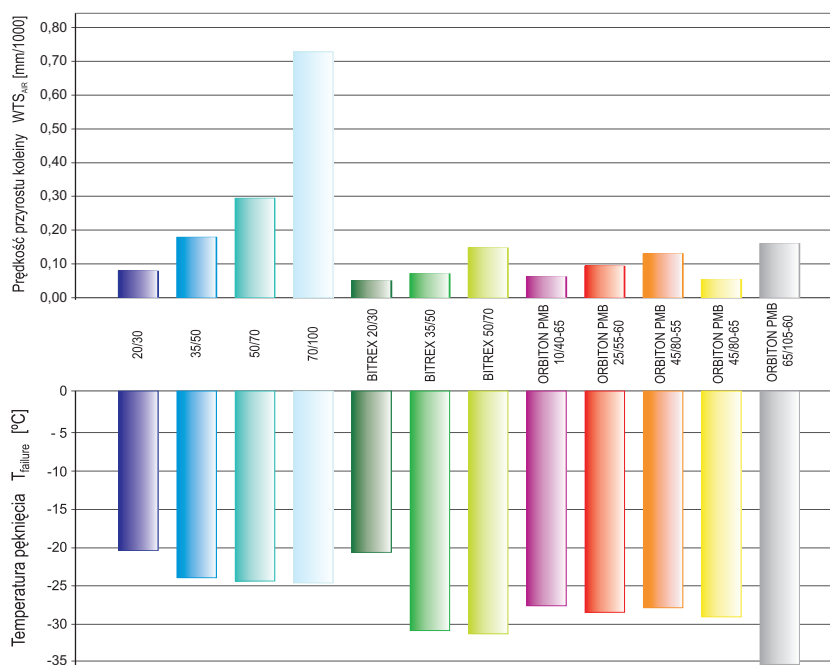
Rys. 8.21. Wyniki badań porównawczych zmienności napężenia rozciągającego podczas testu TSRST w funkcji temperatury – $\sigma_{cri}(T)$ dla 12 lepiszczy asfaltowych produkowanych przez ORLEN Asfalt w 2012 r. Mieszanka mineralno-asfaltowa AC 16W.

8.4. Podsumowanie

We wcześniejszej części niniejszego rozdziału prezentowano oddzielnie wyniki badań porównawczych asfaltów w testach koleinowania i pęknięcia niskotemperaturowego. Część z prezentowanych badań stanowiła fragment programu badawczego właściwości funkcjonalnych lepiszczy produkowanych przez ORLEN Asphalt.

Odkąd drogowcy zaczęli analizować właściwości wysoko- i niskotemperaturowe lepiszczy asfaltowych i ich wpływ na zachowanie nawierzchni, wiadomo, że bardzo trudno jest znaleźć lepiszcze uniwersalne. Rysunek 8.22. przedstawia ten problem dokładnie. Lepiszczka o bardzo dobrym wpływie na odporność nawierzchni na koleinowanie, nie są niestety najlepszym rozwiązaniem, jeśli oczekujemy mroźnych zim. Pamiętajmy jednak, że na spękania nawierzchni mamy mniejszy wpływ niż na koleinowanie i dlatego warto stosować lepiszcza bardziej miękkie, o dobrej odporności niskotemperaturowej – np. ORBITON 65/105-60. Wymaga to jednak poważnej pracy nad stworzeniem szkieletu mineralnego w mieszance i tym sposobem zapewnienia wymaganego poziomu odporności na deformacje trwałe w lecie.

Na rys. 8.22 przedstawiono zbiorcze porównanie wszystkich 12 lepiszczy biorących udział w programie badawczym ORLEN Asphalt, w zakresie ich odporności na koleinowanie (parametr WTS_{AIR}) i odporności na pękanie (temperatura pęknięcia $T_{failure}$).



Rys. 8.22. Wyniki badań porównawczych lepiszczy asfaltowych w zakresie wysokich i niskich temperatur. Porównanie parametru WTS_{AIR} i temperatury pęknięcia $T_{failure}$. Mieszanka mineralno-asfaltowa AC 16W



Rozdział 9

WŁAŚCIWOŚCI ASFALTÓW WG SUPERPAVE

Dział Technologii, Badań i Rozwoju ORLEN Asphalt przeprowadził w latach 2006-2012 badania właściwości asfaltów z wykorzystaniem metod badań wg procedur amerykańskiej metody *Superpave* (AASHTO MP1).

Badaniami objęto wybrane rodzaje asfaltów drogowych, wielorodzajowych i modyfikowanych polimerami.

9.1. Superpave

W 1987 r. w Stanach Zjednoczonych rozpoczęto duży program badawczy pod nazwą Strategiczny Drogowy Program Badawczy (*Strategic Highway Research Program – SHRP*). Jednym z jego celów było stworzenie nowego systemu klasyfikacyjnego lepiszczy drogowych ukierunkowanego na spełnianie przez lepiszcze określonych funkcji w nawierzchni. Cały system, łącznie z metodą projektowania mieszanek mineralno-asfaltowych nazwano *Superpave* (*SUperior PERforming Asphalt PAVements*).

W wyniku wprowadzenia systemu *Superpave*, od wielu lat w USA nie stosuje się już „klasycznych” parametrów jak penetracja, temperatura mięknięcia itd. Podstawą podziału klasyfikacyjnego lepiszczy wg *Superpave* jest przedział temperatur, w której pracuje asfalt, nazwany PG – **Performance Grade** – rodzaj funkcjonalny.

Rodzaj funkcjonalny lepiszcza oznacza się jako **PG X-Y**, gdzie:

- x jest maksymalną temperaturą nawierzchni (tzw. „górne PG”),
- y jest minimalną temperaturą nawierzchni (tzw. „dolne PG”),

w jakiej może poprawnie pracować dany asfalt. Można zatem stwierdzić, że to głównie warunki klimatyczne na danym terenie, gdzie budowana będzie droga wyznaczają rodzaj asfaltu (rodzaj PG), który należy zastosować. Dodatkowo, w klasycznym systemie PG stosuje się korekty górnego PG w zależności od obciążenia ruchem. Finalnie, z gradacją co 6°C uzyskujemy zestaw górnych i dolnych PG (tablica 9.1.)

Tablica 9.1. Szereg rodzajów funkcjonalnych PG

Wysoka temperatura („górne PG”)	Niska temperatura („dolne PG”)
PG 46-	-34, -40, -46
PG 52-	-10, -16, -22, -28, -34, -40, -46
PG 58-	-16, -22, -28, -34, -40
PG 64-	-10, -16, -22, -28, -34, -40
PG 70-	-10, -16, -22, -28, -34, -40
PG 76-	-10, -16, -22, -28, -34
PG 82-	-10, -16, -22, -28, -34

System badań lepiszczy asfaltowych do określenia PG zawiera badania w różnych temperaturach, ponieważ asfalt jest materiałem termoplastycznym, a więc zmienia swoje właściwości wraz ze zmianami temperatury. Zmiana tych właściwości przekłada się na powstawanie określonych rodzajów zniszczeń nawierzchni:

- wysoka temperatura asfaltu → deformacje lepko-plastyczne nawierzchni,
 - niska temperatura asfaltu → spękania niskotemperaturowe nawierzchni,
 - pośrednia temperatura asfaltu → zniszczenia zmęczeniowe nawierzchni od ruchu pojazdów,
- przy uwzględnieniu wpływu starzenia technologicznego i eksploatacyjnego na właściwości asfaltu. Temperatury konkretnych badań zależą od rodzaju funkcjonalnego PG.

W wyniku prac nad stworzeniem systemu *Superpave* opracowano nowe urządzenia badawcze, które teraz wykorzystywane są do oceny właściwości asfaltów. W tablicy 9.2 przedstawiono nazwy tych urządzeń oraz ich przeznaczenie.

Tablica 9.2. Nowe urządzenia badawcze wg *Superpave*

Urządzenie	Przeznaczenie
Dynamic Shear Rheometer (DSR) – reometr dynamicznego ścinania	Pomiar właściwości lepiszcza w średnich i wysokich temperaturach
Rotational Viscometer (RV) – lepkościomierz obrotowy	Pomiar właściwości lepiszcza w temperaturach produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej
Bending Beam Rheometer (BBR) – reometr zginanej belki	Pomiar właściwości lepiszcza w niskich temperaturach
Direct Tension Test (DTT) – aparat rozciągania bezpośredniego	Pomiar właściwości lepiszcza w niskich temperaturach
Rolling Thin Film Oven Test (RTFOT) – suszarka cienkiej wirowanej warstwy	Symulacja starzenia technologicznego (krótkoterminowego)
Pressure Aging Vessel (PAV) – pojemnik starzenia ciśnieniowego	Symulacja starzenia eksploatacyjnego (długoterminowego)

9.2. Badania właściwości niskotemperaturowych

Stosowane w Europie badanie temperatury łamliwości met. A. Fraassa ma szereg słabych stron i przez wielu jest krytykowane. W USA do badań zachowania asfaltu w niskiej temperaturze stosuje się przede wszystkim reometr zginanej belki BBR.

Analizując wyniki badań w BBR oceniamy stopień usztywnienia asfaltu w niskiej temperaturze. Zbyt duża sztywność asfaltu w niskiej temperaturze jest niekorzystna ponieważ wpływa na powstawanie spękań. W systemie *Superpave* przyjęto, że wartość sztywności pełzania $S(t)$ nie może być większa niż 300 MPa, co powinno zapewnić odpowiednią odporność na spękania. Wartość parametru m powinna być z kolei większa niż 0,300, co związane jest z faktem, że w asfaltach z wysokim parametrem m bardziej efektywnie następuje relaksacja naprężeń powstających w lepiszczu podczas spadku temperatury [1].

W tablicy 9.3 przedstawiono wyniki badań właściwości niskotemperaturowych w reometrze zginanej belki BBR (Bending Beam Rheometer) starzonych w RTFOT i PAV. Parametry badania:

- Badanie w czterech temperaturach: -10, -16, -22, -28 °C.
- Czas termostatowania próbki: 60 min.
- Odczytane wartości po 60s obciążenia: $S(60s)$ MPa, $m(60s)$

Tablica 9.3. Wyniki badań właściwości niskotemperaturowych asfaltów po starzeniu (RTFOT+PAV) w reometrze zginanej belki BBR (przykładowe wyniki)

Rodzaj asfaltu	Dolna temperatura krytyczna		Szttywność asfaltu w temperaturze -16°C $S(T)^{-16}$ [MPa]
	Temperatura przy $S(60) \leq 300 \text{ MPa } T(S)_{60}$ [°C]	Temperatura przy $m(60) \geq 0,3 \text{ T}(m)_{60}$ [°C]	
	EN 14771 AASHTO PP 42	EN 14771 AASHTO PP 42	
	mniej = lepiej	mniej = lepiej	
Drogowy 20/30	-14,7	-8,1	370,5
Drogowy 35/50	-15,4	-11,5	338,5
Drogowy 50/70	-16,6	-15,0	294,0
Drogowy 70/100	-16,9	-16,2	285,0
Wielorodzajowy BITREX 35/50	-25,4	-10,0	120,5
Wielorodzajowy BITREX 50/70	-27,4	-11,8	98,1
Modyfikowany ORBITON 10/40-65	-17,2	-8,6	271,5
Modyfikowany ORBITON 25/55-60	-16,9	-13,8	278,0
Modyfikowany ORBITON 45/80-55	-18,1	-16,9	242,0
Modyfikowany ORBITON 45/80-65	-18,3	-14,3	235,0
Modyfikowany ORBITON 65/105-60	-20,5	-20,6	172,3

Niektóre rodzaje lepischer drogowych wykazują zbyt duże wartości sztywności pełzania $S(t)$ lub zbyt małą wartość parametru m podczas badania w aparacie BBR, a mimo to są odporne na pękanie niskotemperaturowe. A zatem sam test BBR nie przesądza o przydatności lepischer w niskiej temperaturze. Do tego celu opracowano aparat DTT (*Direct Tension Test*), w którym bada się zdolność lepischer do wydłużenia. Niestety, badań w DTT nie wykonano, ponieważ żadne laboratorium w Polsce nie dysponuje takim urządzeniem. Jest ono również rzadko spotykane w Europie.

9.3. Badania właściwości w wysokich i pośrednich temperaturach

Ten rodzaj badań ma odpowiedzieć na pytanie, jaka jest zdolność asfaltu do przeciwdziałania deformacjom lepko-plastycznym nawierzchni. Do badań wykorzystuje się aparat DSR – reometr dynamicznego ścinania i metodę wg AASHTO M 320 lub ASTM D7175.

W badaniu DSR określa się odporność na wysokie temperatury:

- zespolony moduł sztywności G^* i kąt przesunięcia fazowego δ asfaltu przed starzeniem RTFOT,
- zespolony moduł sztywności G^* i kąt przesunięcia fazowego δ asfaltu po starzeniu RTFOT.

Wymagane jest, aby w określonej najwyższej temperaturze pracy asfaltu w nawierzchni (tzn. w „górnym PG”) asfalt charakteryzował się określonymi parametrami zbadanymi w DSR:

- $G^*/\sin\delta \geq 1.00 \text{ kPa}$ dla asfaltu przed starzeniem,
- $G^*/\sin\delta \geq 2.20 \text{ kPa}$ dla asfaltu po starzeniu w aparacie RTFOT.

Kolejnym z mechanizmów zniszczenia nawierzchni jest zmęczenie. Badanie, które sprawdza odporność lepiszcza na powstawanie spękań zmęczeniowych wykorzystuje także aparat DSR. Badanie wykonywane jest w pośredniej temperaturze (uzależnionej od rodzaju PG) i ma na celu sprawdzenie, czy moduł zespolony G^* nie jest zbyt wysoki, a więc, czy nawierzchnia nie jest zbyt sztywna. Wymagania ograniczają sztywność $G^* \cdot \sin \delta$ do maksimum 5000 kPa (w nowszej wersji systemu PG wymaganie zostało podniesione do 6000 kPa – patrz p. 9.4.).

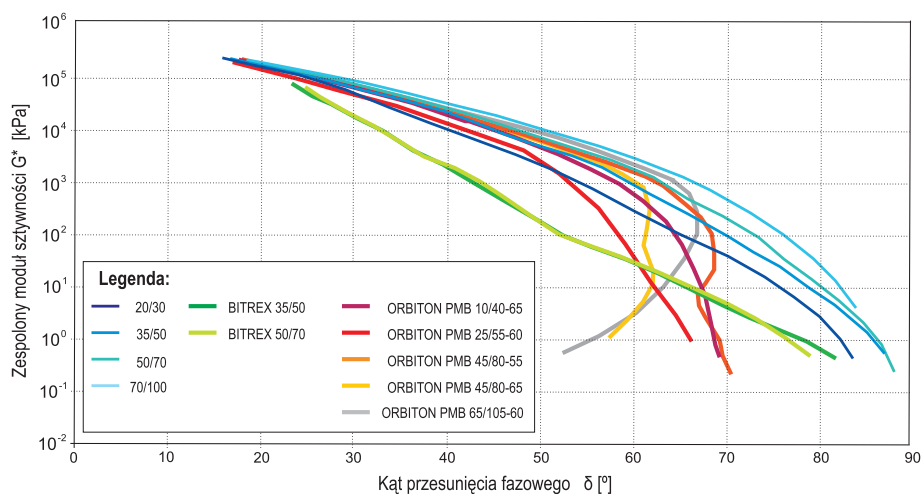
W tabelicy 9.4 przedstawiono wyniki badań właściwości w reometrze dynamicznego ścinania DSR. Parametry badania:

- zespolony moduł sztywności G^* i kąt przesunięcia fazowego δ asfaltu przed starzeniem do oznaczenia krytycznej temperatury przy $G^* / \sin \delta = 1$ kPa,
- zespolony moduł sztywności G^* i kąt przesunięcia fazowego δ asfaltu po starzeniu RTFOT do oznaczenia krytycznej temperatury przy $G^* / \sin \delta = 2,2$ kPa,
- zespolony moduł sztywności G^* i kąt przesunięcia fazowego δ asfaltu po starzeniu RTFOT + PAV do oznaczenia krytycznej temperatury przy $G^* \cdot \sin \delta = 5000$ kPa,

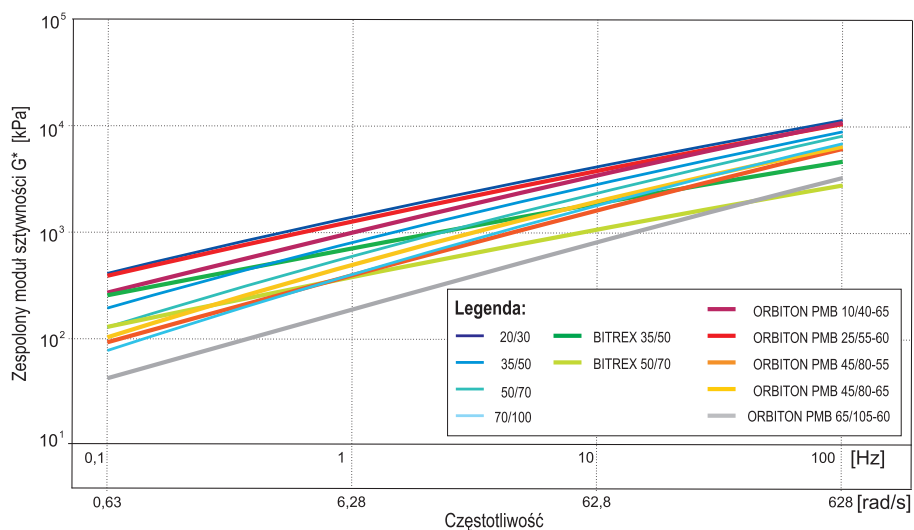
Tablica 9.4. Wyniki badań właściwości asfaltów w reometrze dynamicznego ścinania DSR. Wartości z badań asfaltów w latach 2009-2012

Rodzaj asfaltu	Temperatura krytyczna przy $G^* / \sin \delta = 1$ kPa asfalt przed starzeniem	Temperatura krytyczna przy $G^* / \sin \delta = 2,2$ kPa asfalt po RTFOT	Temperatura krytyczna przy $G^* \cdot \sin \delta = 5000$ kPa asfalt po RTFOT + PAV
	AASHTO T 315	AASHTO T 315	AASHTO T 315
	więcej = lepiej	więcej = lepiej	mniej = lepiej
Drogowy 20/30	83,7	84,7	26,0
Drogowy 35/50	73,2	74,2	23,1
Drogowy 50/70	67,7	67,8	20,5
Drogowy 70/100	63,4	63,6	19,1
Wielorodajowy BITREX 35/50	81,4	84,9	13,4
Wielorodajowy BITREX 50/70	71,1	74,7	10,4
Modyfikowany ORBITON 10/40-65	88,5	83,8	19,5
Modyfikowany ORBITON 25/55-60	83,1	80,5	22,0
Modyfikowany ORBITON 45/80-55	74,5	72,9	17,7
Modyfikowany ORBITON 45/80-65	83,2	77,7	17,6
Modyfikowany ORBITON 65/105-60	74,9	69,2	13,6

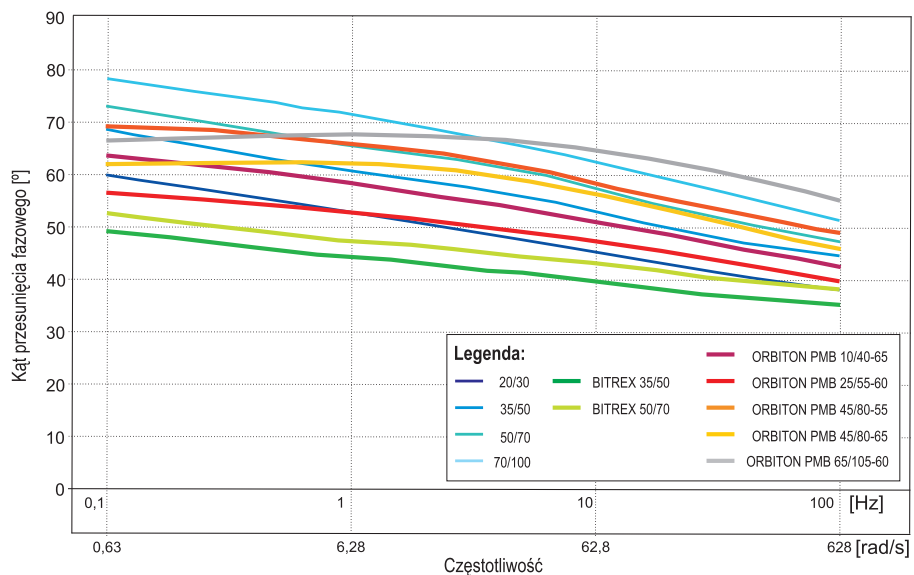
Na rysunku 9.1 przedstawiono krzywe Blacka dla badanych asfaltów. Na rysunkach 9.2-9.3 przedstawiono krzywe wiodące zespolonego modułu sztywności G^* i kąta przesunięcia fazowego δ w funkcji częstotliwości. Badania wykonano w zakresie częstotliwości 0,1 ÷ 10 Hz dla temperatury -10, 0, 10, 25, 40, 60, 70°C, a następnie wykorzystując metodę superpozycji temperatury i częstotliwości otrzymano krzywe wiodące dla temperatury 25°C.



Rys. 9.1. Krzywa Blacka dla asfaltów przed starzeniem



Rys. 9.2. Krzywa wiodąca zespolonego modułu sztywności G^* w funkcji częstotliwości dla asfaltów przed starzeniem. Przemiatanie w zakresie częstotliwości od 0,1 do 10 Hz, superpozycja do 25°C



Rys. 9.3. Krzywa wiodąca kąta przesunięcia fazowego δ w funkcji częstotliwości dla asfaltów przed starzeniem. Przemiatanie w zakresie częstotliwości od 0,1 do 10 Hz, superpozycja do 25°C

9.4. Korekta systemu PG – badanie MSCR

Jak napisano w p. 9.3., wyniki badań temperatury krytycznej przy parametrach $G^*/\sin\delta \geq 1$ kPa dla asfaltu przed starzeniem oraz $G^*/\sin\delta \geq 2,2$ kPa dla asfaltu po starzeniu RTFOT miały wskazywać na odporność asfaltu na deformacje trwałe. Obecnie jednak ta zależność została zakwestionowana i dokonano korekty systemu PG. opartej na teście MSCR i stopniowo wchodzącej w użycie w USA od 2010 r.

Istotą wykonania badania **MSCR** (*Multiple Stress Creep Recovery test*) (Testu Wielokrotnego, Naprężania, Pełzania i Nawrotu) jest pomiar pewnych właściwości lepiszcza w niskich i pośrednich temperaturach w celu określenia (między innymi) odporności mma z tym lepiszczem na deformacje trwałe (koleinowanie).

Badanie MSCR wykonywane jest zgodnie z normami: AASHTO TP 70: *Standard Method of Test for Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer (DSR)* i ASTM D7405: *Standard Test Method for Multiple Stress Creep and Recovery (MSCR) of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer*.

Test ma zastąpić dodatkowe badania asfaltów modyfikowanych określone w tzw. PG „plus”: nawrót sprężysty (ang. *elastic recovery*), rozciąganie z pomiarem siły (ang. *force ductility*), ciągliwość i wytrzymałość (ang. *toughness and tenacity*).

W trakcie przeprowadzania testu MSCR badane są następujące mechanizmy:

- mechanizm „uginania” (pełzania) próbki lepiszcza – w trakcie 1-sekundowego przyłożonego naprężenia,
- mechanizm „nawrotu” próbki lepiszcza – w trakcie 9-cio sekundowego czasu odprężania (po odjęciu przyłożonego naprężenia).

Badanie przeprowadza się przy dwóch wartościach przykładanego naprężenia: 0,1 kPa i 3,2 kPa i w zazwyczaj w górnych temperaturach, przy których ma pracować nawierzchnia wykonana z użyciem badanego lepiszcza. W rezultacie przeprowadzonego badania otrzymuje się dwie pary wyników: tzw. parametr J_{nr} (ang. *creep compliance*) w [kPa-1] i procentowy nawrót R w [%] przy dwóch wartościach przykładanego naprężenia w 0,1 kPa i 3,2 kPa.

Z uzyskanych parametrów kluczowy do klasyfikacji lepiszcza jest $J_{nr3.2}$ kPa, który jest miarą odporności lepiszcza na deformacje – im mniejsza wartość $J_{nr3.2}$ kPa, tym większa odporność na koleinowanie. Wynik nawrotu $R_{3.2}$ z kolei świadczy o skuteczności modyfikacji lepiszcza (o ile jest modyfikowane).

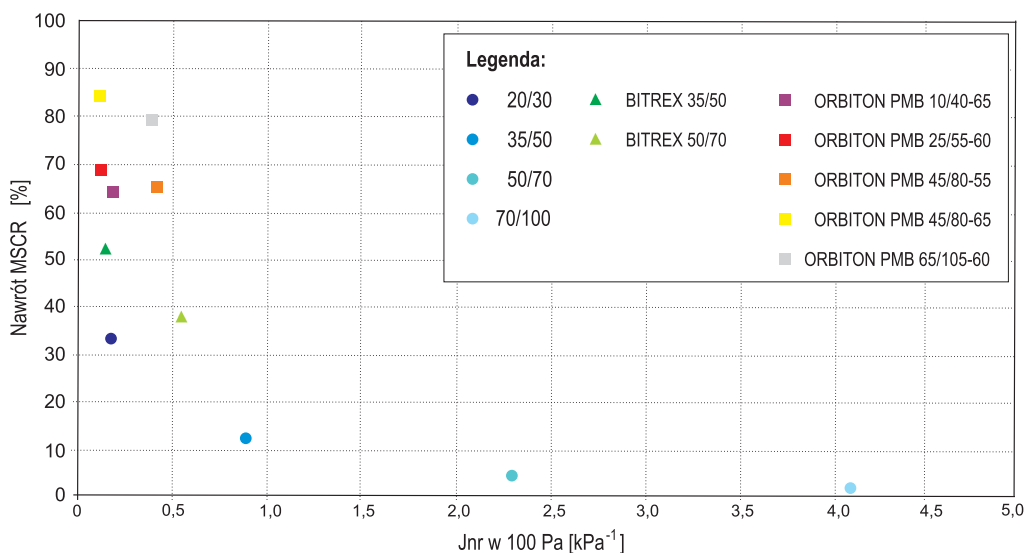
Z uzyskanych wyników $J_{nr0.1}$ kPa, $J_{nr3.2}$ kPa, $R_{0.1}$ i $R_{3.2}$ oblicza się dwa wskaźniki:

- $J_{nr,diff}$ – wskaźnik procentowej zmiany J_{nr} po zmianie (podwyższeniu) naprężenia z 0.1 na 3.2 kPa – jest miarą wrażliwości lepiszcza na zwiększanie obciążenia, wymagane jest aby ten wzrost nie był większy niż 75%,
- R_{diff} – wskaźnik procentowej zmiany nawrotu sprężystego po zmianie (podwyższeniu) naprężenia z 0.1 na 3.2 kPa – jest miarą zmian sprężystości lepiszcza w warunkach zwiększania obciążenia.

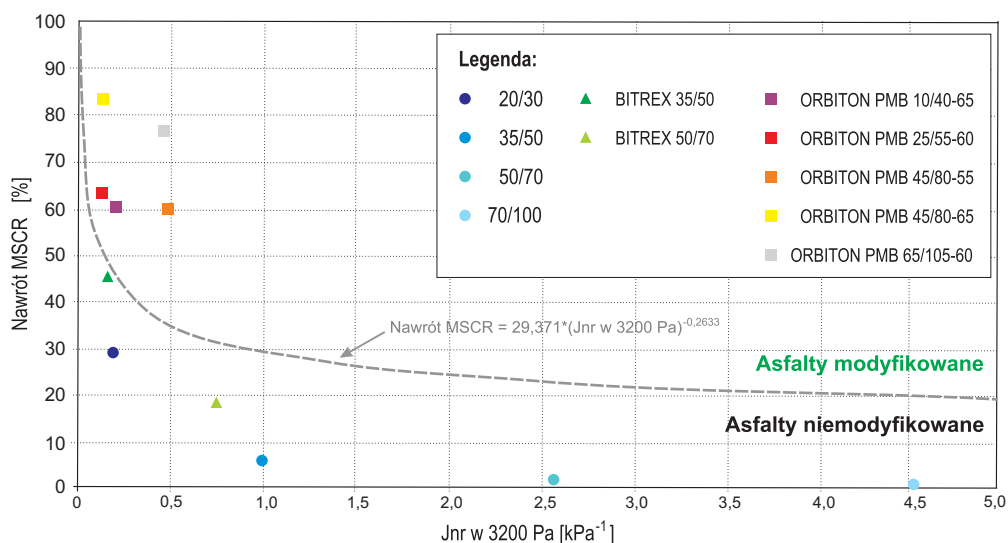
W badaniach amerykańskich określono doświadczalnie linię oddzielającą asfalty modyfikowane od niemodyfikowanych, lub inaczej mówiąc – skutecznie zmodyfikowane od niemodyfikowanych. Linia ta została przedstawiona na rys. 9.5.

Planując badania lepiszczy metodą MSCR założono, że maksymalne temperatury nawierzchni w Polsce nie przekraczają 55-60°C, dlatego wszystkie lepiszcza zbadano w 64°C. Część lepiszczy zbadano dodatkowo w 58 i 70°C, aby sprawdzić, jak zmienia się ich zachowanie w czasie zmian temperatury.

Na rys. 9.4. i 9.5. przedstawiono wyniki badań różnych asfaltów ORLEN Asphalt zbadanych metodą MSCR w temperaturze 64°C. Na rysunku 9.5 zaznaczono linię rozdzielającą obszary asfaltów modyfikowanych (tzn. lepiszczy spełniających wymagania do asfaltów modyfikowanych w zakresie nawrotu $R_{3.2}$ skorelowanego z przedziałami wartości wartości $J_{nr3.2}$ kPa).



Rys. 9.4. Prezentacja wyników asfaltów na wykresie MSCR: nawrót R w funkcji J_{nr} przy obciążeniu 0,1 kPa w temperaturze 64°C (im mniejsza wartość J_{nr} tym większa odporność na koleinowanie, im większy nawrót, tym bardziej sprężyste lepiszcze)



Rys. 9.5. Prezentacja wyników asfaltów na wykresie MSCR: nawrót R w funkcji J_{nr} przy obciążeniu 3,2 kPa w temperaturze 64°C (im mniejsza wartość J_{nr} tym większa odporność na koleinowanie, im większy nawrót, tym bardziej sprężyste lepiszcze)

W klasycznym systemie PG, wyniki badań temperatury krytycznej parametru $G^* \cdot \sin \delta \leq 5000$ kPa odnoszą się do odporności zmęczeniowej nawierzchni z danym asfaltem po starzeniu metodami RTFOT+PAV. W nowej specyfikacji „PG System”, wartość ta została podniesiona do 6000 kPa.

W najnowszym systemie PG, opartym na badaniu MSCR, wprowadzono dodatkowe oznaczenia lepkości uzależnione od wielkości ruchu drogowego (tablica 9.5), który obciąża daną nawierzchnię. Przydatność do danego ruchu ocenia się na podstawie parametru $J_{nr,3,2}$.

Tablica 9.5. Oznaczenia lepkości i wymagania w odniesieniu do wielkości ruchu i jego charakterystyki

Oznaczenie ruchu	Obciążenie (liczba standardowych osi ekwiwalentnych i warunki ruchu)	Wymaganie dla lepiscza w górnej temperaturze PG	
		Wymaganie dla $J_{nr3,2}$	Wymaganie dodatkowe dla $J_{nr, diff}$ (ang. <i>Stress sensitivity parameter*</i>)
S – standardowy (ang. <i>Standard</i>)	< 10 milionów osi i ruch standardowy	$\leq 4,0$	$\leq 75\%$
H – ciężki (ang. <i>Heavy</i>)	10-30 milionów osi lub ruch powolny	$\leq 2,0$	
V – bardzo ciężki (ang. <i>Very Heavy</i>)	>30 milionów osi lub postój pojazdów	$\leq 1,0$	
E – ekstremalnie ciężki (ang. <i>Extreme</i>)	>30 milionów osi i postój pojazdów	$\leq 0,5$	
*) wskaźnik wrażliwości asfaltu na zmiany naprężenia			

$$J_{nr, diff} = \frac{J_{nr,3,2 \text{ kPa}} - J_{nr,0,1 \text{ kPa}}}{J_{nr,0,1 \text{ kPa}}} \cdot 100 [\%]$$

9.5. Klasyfikacja asfaltów ORLEN Asphalt wg PG System

Ustalone klasy asfaltów drogowych wg systemu Superpave przedstawiono w tablicy 9.6.

Tablica 9.6. Klasyfikacja asfaltów drogowych wg Superpave (badania próbek asfaltów z lat 2010-2012)

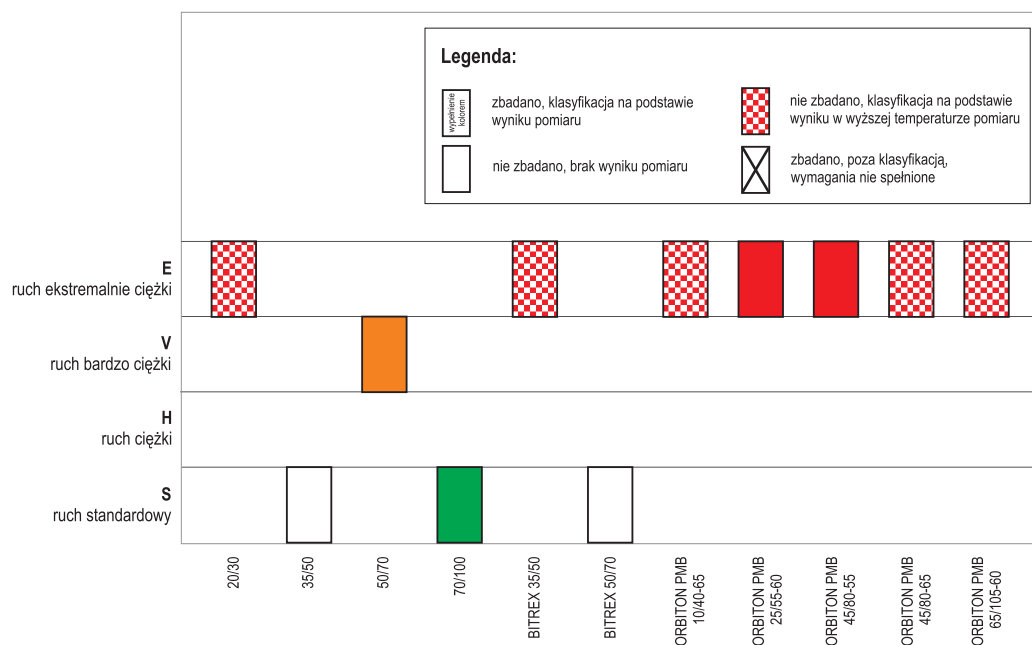
Rodzaj asfaltu	Rzeczywiste PG grade (bezpośrednie wyniki badań)	PG grade wg AASHTO MP 1
Drogowy 20/30	84-18	82-16
Drogowy 35/50	74-21	70-16
Drogowy 50/70	67-25	64-22
Drogowy 70/100	63-26	58-22
Wielorodzajowy BITREX 35/50	84-20	82-16
Wielorodzajowy BITREX 50/70	74-21	70-16
Modyfikowany ORBITON 10/40-65	83-18	82-16
Modyfikowany ORBITON 25/55-60	80-23	76-22
Modyfikowany ORBITON 45/80-55	72-26	70-22
Modyfikowany ORBITON 45/80-65	77-24	76-22
Modyfikowany ORBITON 65/105-60	69-30	64-28

W tablicy 9.7. przedstawiono wyniki klasyfikacji wszystkich asfaltów w odniesieniu do obciążenia ruchem w temperaturze „górnego PG”: 58°C i 64°C w oparciu o wyniki $J_{nr3.2}$ kPa z MSCR.

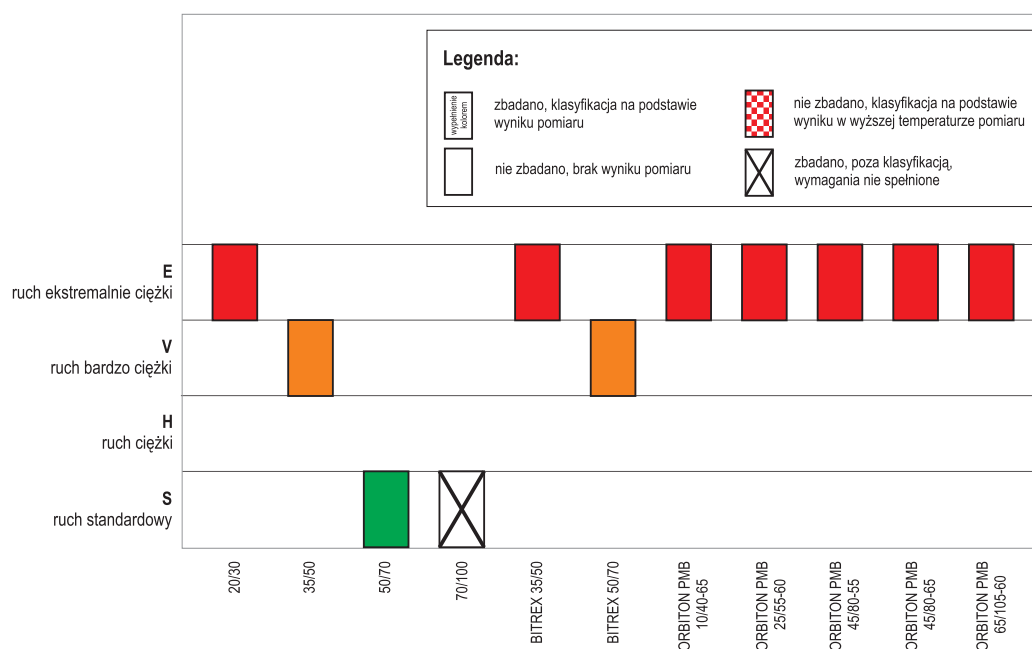
Tablica 9.7. Klasyfikacja lepkości po badaniu MSCR według obciążenia ruchem (badania asfaltów z roku 2012), na podstawie przedziałów z tablicy 9.5

Rodzaj asfaltu	Klasyfikacja ruchu w temperaturze	
	58°C	64°C
Drogowy 20/30	*(E)	E
Drogowy 35/50	*	V
Drogowy 50/70	V	S
Drogowy 70/100	S	**
Wielorodzajowy BITREX 35/50	*(E)	E
Wielorodzajowy BITREX 50/70	*	V
Modyfikowany ORBITON 10/40-65	*(E)	E
Modyfikowany ORBITON 25/55-60	E	E
Modyfikowany ORBITON 45/80-55	E	E
Modyfikowany ORBITON 45/80-65	*(E)	E
Modyfikowany ORBITON 65/105-60	*(E)	E
* nie badano, klasyfikacja w nawiasach na podstawie wyniku w wyższej temperaturze pomiaru ** poza klasyfikacją, wymagania nie spełnione S – ruch standardowy H – ruch ciężki V – ruch bardzo ciężki E – ruch ekstremalnie ciężki		

Publikowane wyniki należy analizować z zastrzeżeniem, że są to wyniki przykładowych badań i nie stanowią typowych wartości osiąganych w ciągu całego (i każdego) sezonu produkcji. W sposób oczywisty, nie są to wartości gwarantowane przez ORLEN Asphalt sp. z o.o.



Rys. 9.6. Graficzna prezentacja klasyfikacji lepkości według obciążenia ruchem w temperaturze 58°C, na podstawie informacji zawartych w tablicy 9.7.



Rys. 9.7. Graficzna prezentacja klasyfikacji lepkości według obciążenia ruchem w temperaturze 64°C, na podstawie informacji zawartych w tablicy 9.7.



Rozdział 10

TECHNOLOGIA STOSOWANIA ASFALTÓW

Stosowanie lepiszczy asfaltowych wymaga przede wszystkim wiedzy o optymalnych temperaturach technologicznych oraz szczególnych warunkach postępowania z próbkami asfaltów. W następnych punktach przedstawiono szereg informacji interesujących pracowników laboratoriów oraz pionierzy technologiczne przedsiębiorstw drogowych.

W tablicy 10.2. zebrano wszystkie podstawowe informacje dotyczące temperatur technologicznych stosowania asfaltów produkcji ORLEN Asfalt.

10.1. Wskazówki laboratoryjne

10.1.1. Ustalanie temperatur technologicznych

Asfalty różnią się zakresem charakterystycznej lepkości w temperaturze 60-165°C (najczęściej badany zakres). Wyniki lepkości uzyskane dla asfaltu wyprodukowanego w rafinerii i nie poddanego starzeniu będą zawsze różniły się od wyników asfaltów po starzeniu. W wyniku starzenia asfalt utwardza się, a jego lepkość wzrasta. Symulacja tego zjawiska w zakresie starzenia technologicznego (krótkoterminowego) w laboratorium odbywa się w aparacie RTFOT, a dla starzenia eksploatacyjnego (długoterminowego) w aparacie PAV.

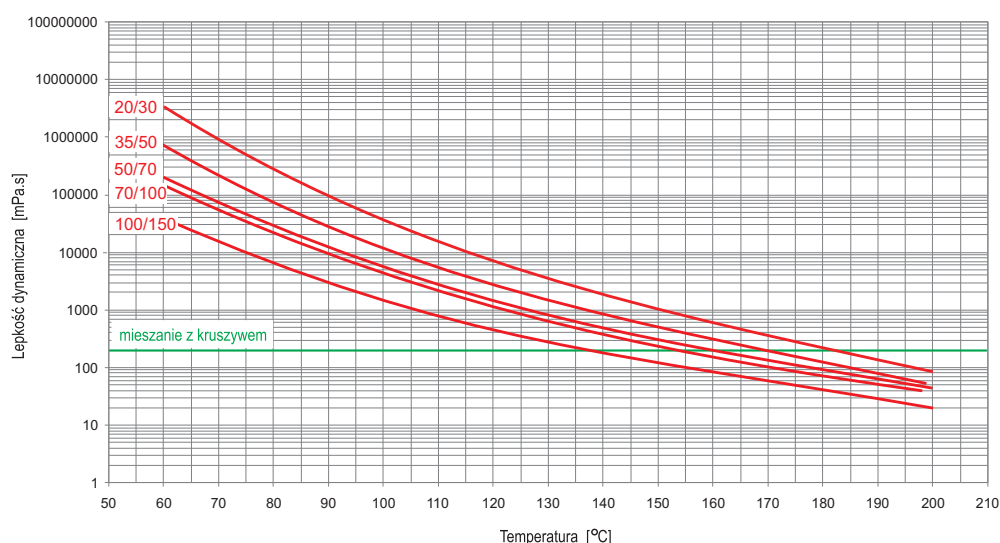
Krzywa zależności lepkość-temperatura po starzeniu technologicznym (RTFOT) nie pokrywa się z krzywą charakterystyczną dla asfaltu niestarzonego, jest przesunięta w kierunku większych lepkości. Oznacza to, że temperatury technologiczne powinny być określone na podstawie badania lepkości asfaltu zarówno przed jak i po starzeniu RTFOT.

Dla większości ważnych procesów technologicznych znana jest optymalna lepkość lub zakres lepkości i na tej podstawie możemy określić optymalne temperatury technologiczne.

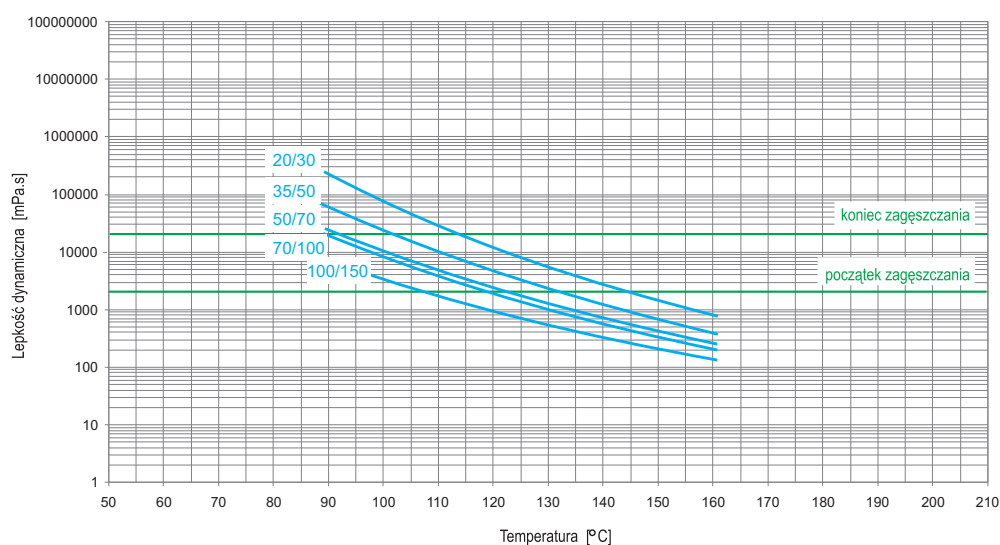
Do oznaczenia temperatury pompowania i otaczania kruszywa asfaltem stosujemy wyniki badań asfaltu *przed starzeniem*, ponieważ te procesy technologiczne następują przed kontaktem cienkiej warstwy lepiszcza z powierzchnią gorącego kruszywa (przed rozpoczęciem zasadniczego starzenia technologicznego). Do oznaczenia temperatury początku i końca zagęszczania mieszanki mineralno-asfaltowej na budowie należy raczej stosować wyniki badań lepkości asfaltu *po starzeniu* (met. RTFOT). W rzeczywistym procesie produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej po etapie mieszania na mokro składników (kruszywa i asfaltu) następuje okres przechowywania gorącej mieszanki w silosie i jej transportu na budowę. Zwykle etap ten trwa od kilkudziesięciu minut do kilku godzin. Przez ten czas asfalt znajduje się na gorącym kruszywie i następuje jego starzenie – odparowanie lżejszych składników i w konsekwencji utwardzenie. Spada penetracja asfaltu, wzrasta jego temperatura mięknięcia i lepkość, pogarsza się temperatura łamliwości. A więc w momencie rozpoczęcia rozkładania mieszanki i jej zagęszczania lepiszcze znajdujące się w mieszance jest już po starzeniu technologicznym. Dlatego sugerujemy stosowanie lepkości po starzeniu RTFOT do określania temperatur początku i końca zagęszczania.

Na rys. 10.1. przedstawiono krzywe charakterystyczne lepkości asfaltów drogowych przed starzeniem, pomocnicze do ustalania temperatur pompowania i mieszania asfaltu z kruszywem. Na rys. 10.2. przedstawiono krzywe charakterystyczne lepkości asfaltów drogowych po starzeniu, pomocnicze do ustalania temperatur początku i końca zagęszczania. Dodatkowo, dla każdego rodzaju asfaltu znajdują się na kartach asfaltów w rozdziałach 5 ÷ 7.

Ponieważ lepkości wyprodukowanych asfaltów zależą w znacznym stopniu od właściwości surowca (pozoostałości próżniowej z destylacji ropy naftowej), należy przyjmować, że określana temperatura technologiczna może się wahać w czasie sezonu produkcji w zależności od właściwości surowca.



Rys. 10.1. Krzywe charakterystyczne lepkości asfaltów drogowych przed starzeniem (na podstawie wyników badań ORLEN Asphalt sp. z o.o.)



Rys. 10.2. Krzywe charakterystyczne lepkości asfaltów drogowych po starzeniu RTFOT (na podstawie wyników badań ORLEN Asphalt sp. z o.o.)

Wśród omawianych wartości temperatury ekwiwalentnej, szczególną uwagę należy zwrócić na prawidłowy dobór temperatury zagęszczania próbek w laboratorium (wg metody wybranej z PN-EN 13108-20). Temperatury przygotowywania próbek mieszanki mineralno-asfaltowej powinny odnosić się do rzeczywistych warunków występujących na otaczarni i na budowie. Przyjęcie zbyt wysokiej temperatury w laboratorium spowoduje osiągnięcie wysokich wartości gęstości objętościowej mma w próbkach i zaniżenie zawartości wolnych przestrzeni. Jeśli warunki na budowie będą znacząco różniły się od przyjętych w laboratorium, tzn. temperatura mieszanki mineralno-asfaltowej w warstwie podczas zagęszczania będzie znacząco niższa, to praktycznie niemożliwe będzie osiągnięcie wymaganych wskaźników zagęszczenia warstwy. Przyjęcie zbyt niskiej temperatury w laboratorium będzie z kolei skutkowało osiąganiem na budowie wskaźników zagęszczenia większych od 100% i zbyt małą zawartością wolnych przestrzeni w warstwie, co zwiększy ryzyko pojawienia się kolein. Dlatego przyjęcie właściwej temperatury zagęszczania próbek na etapie projektowania mieszanki w laboratorium jest tak ważne.

10.1.2. Próbkę asfaltów w laboratorium

Laboratorium otrzymuje próbki lepiszczy asfaltowych od ORLEN Asfalt w opakowaniach metalowych (zamykanych puszkach) lub wyjątkowo w specjalnych małych opakowaniach tekturowych wyłożonych folią aluminiową (pojemność ok. 1 litra).

Sposób postępowania z asfaltem ma bardzo duży wpływ na otrzymywane wyniki badań zarówno asfaltów jak i mieszanek mineralno-asfaltowych. Należy pamiętać, że wielokrotnie rozgrzewana i/lub przegrzewana próbka asfaltu w suszarce może utwardzić się w znaczącym stopniu.

Podczas wykorzystywania próbek z asfaltem należy unikać ich wielokrotnego rozgrzewania. Dlatego sugerujemy 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 rozgrzanie pojemnika z asfaltem pierwszy raz, ujednoludnienie przez wymieszanie a następnie rozlanie do kilku mniejszych pojemników, które będą wykorzystane w późniejszym terminie.

Sposób postępowania z próbkami do badań asfaltów określa norma PN-EN 12594 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Przygotowanie próbek do badań*.

Rozgrzewanie próbek w laboratorium wg procedury normowej:

- pojemnik nie może być szczelnie zamknięty,
- w żadnym przypadku próbki nie powinny być rozgrzewane w temperaturze przekraczającej 200°C,
- **pojemniki o objętości do 1 litra**, czas rozgrzewania do 2 godzin, temperatura rozgrzewania w suszarce: nie więcej niż temperatura mięknięcia asfaltu +100°C,
- **pojemniki o objętości 1÷2 litrów**, czas rozgrzewania do 3 godzin, temperatura rozgrzewania w suszarce: nie więcej niż temperatura mięknięcia asfaltu +100°C,
- **pojemniki o objętości 2÷3 litrów**, czas rozgrzewania do 3,5 godziny, temperatura rozgrzewania w suszarce: nie więcej niż temperatura mięknięcia asfaltu +100°C,
- **pojemniki o objętości 3÷5 litrów**, czas rozgrzewania do 4 godzin, temperatura rozgrzewania w suszarce: nie więcej niż temperatura mięknięcia asfaltu +100°C,
- **pojemniki o objętości większej niż 5 litrów**, czas rozgrzewania do 12 godzin, temperatura rozgrzewania w suszarce: nie więcej niż temperatura mięknięcia asfaltu +50°C.

Po rozgrzaniu próbek w pojemnikach należy je ujednolicić przez mieszanie, pamiętając, aby nie wprowadzić pęcherzyków powietrza do próbek. 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 powtórnego rozgrzewania.

10.1.3. Przyczepność asfaltu do kruszyw mineralnych

Przyczepność (przyleganie) asfaltu do powierzchni ziaren kruszywa zależy od wielu czynników, w tym między innymi od rodzaju skały z której wyprodukowano kruszywo. Ogólnie w technice drogowej wykorzystuje się pojęcia kruszywo „kwaśne” i „zasadowe”, co ma związek z dużą i małą zawartością SiO_2 (krzemionki) w skale. Ogólnie przyjmuje się, że kruszywa „kwaśne” mają słabe powinowactwo z asfaltem i wymagają stosowania środków polepszających adhezję asfaltu. Kruszywa „zasadowe”, jak np. wapienie, charakteryzują się lepszą przyczepnością asfaltu. Niemniej jednak wybór środka polepszającego adhezję asfaltu do kruszywa wymaga przeprowadzenia badań sprawdzających w laboratorium, ponieważ niektóre środki chemiczne pogarszają adhezję asfaltu do kruszywa.

Obecne normy dostarczają narzędzi do badania adhezji asfaltu do kruszywa i ogólnie – odporności mieszanki mineralno-asfaltowej na działanie wody i mrozu:

- PN-EN 12697-11 *Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco – Część 11: Oznaczanie powinowactwa pomiędzy kruszywem i asfaltem*,
- PN-EN 12697-12 *Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco – Część 12: Określanie wrażliwości próbek asfaltowych na wodę*.

W przypadku słabego powinowactwa asfaltu i kruszywa, stosuje się środki polepszające przyczepności asfaltu do kruszywa (tzw. środki adhezyjne). Ocenę przyczepności można określić na przykład na podstawie badania wg PN-EN 12697-11, metoda A na wybranej frakcji mieszanki mineralnej. Przyczepność lepiszcza do kruszywa powinna wynosić co najmniej 80% po 6 godzinach badania (takie jest np. wymaganie w Polsce).

Dostępne na rynku środki adhezyjne oraz ich zawartość w asfalcie, należy dobierać do konkretnego asfaltu i kruszywa z mieszanki mineralnej, pamiętając, że rzadko spotyka się uniwersalne produkty działające dobrze z każdą parą asfalt-kruszywo.

Finalnym sprawdzeniem odporności mieszanki mineralno-asfaltowej na działanie wody i mrozu jest badanie ITSR wg PN-EN 12697-12.

10.2. Magazynowanie asfaltu

Lepiszczasfaltowe należy magazynować w zbiornikach specjalnie do tego celu przeznaczonych. Asfalt w zbiorniku roboczym powinien być ogrzewany w sposób pośredni, z układem termostatowania, zapewniającym utrzymanie określonej temperatury z tolerancją $\pm 5^\circ\text{C}$. Oznacza to, że zbiornik powinien być wyposażony w precyzyjne układy pomiarowe z lokalnym bądź zdalnym odczytem wskazań temperatury, umieszczone w obszarze węzownic grzewczych oraz poza tym obszarem, z możliwością łatwego demontażu w celu regularnego czyszczenia. Według wymagań normy do Zakładowej Kontroli Produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych PN-EN 13108-21 *Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Część 21: Zakładowa kontrola produkcji* temperatura asfaltu powinna być rejestrowana z częstotliwością raz dziennie.

Długotrwałe przetrzymywanie partii asfaltu w temperaturze zbliżonej do maksymalnej temperatury magazynowania, może powodować po pewnym czasie powstawanie na dnie zbiorników osadów, złożonych z wytrąconych najcięższych frakcji asfaltu (tzw. koks). Im twardszy asfalt, tym prawdopodobieństwo tworzenia się koksu rośnie, dlatego podczas magazynowania asfaltów drogowych rodzaju 20/30 i 35/50 należy monitorować okresowo stan czystości zbiornika. Brak czyszczenia zbiornika może spowodować po pewnym czasie przedostawanie się osadów do rur, zatykanie filtrów i blokowanie pomp.



Rys. 10.3. Zbiorniki na asfalt modyfikowany, instalacja w Płocku (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o.)

Przechowywaniu asfaltu drogowego w zbiorniku może towarzyszyć zjawisko starzenia powodowanego powolnym utlenianiem asfaltu oraz odparowaniem lżejszych jego składników. Proces starzenia asfaltu w zbiorniku jest procesem powolnym ponieważ powierzchnia kontaktu asfaltu z powietrzem jest niewielka. Niemniej jednak przechowywanie niewielkich ilości asfaltu w zbiorniku w warunkach wysokiej temperatury może powodować przegrzewanie warstwy asfaltu na ścianach zbiornika lub na węzownikach grzewczych. Powoduje to dodatkowe osadzanie koksu na dnie zbiornika.

Podczas mieszania asfaltu z kruszywem procesy starzenia zdecydowanie przyspieszają (bardzo cienka warstwa asfaltu na kruszywie, bardzo wysoka temperatura i dostęp tlenu) dlatego należy umiejętnie dobierać tzw. czas mieszania „na mokro”.

Stosowanie zbyt gorącego lepiszcza do produkcji ma inne negatywne skutki, szczególne w przypadku produkcji mieszanki SMA lub asfaltu porowatego PA, w których wystąpi zwiększone ryzyko spływanego lepiszcza. Należy w takich wypadkach zastosować zwiększoną zawartość stabilizatora (np. włókien celulozowych) oraz sprawdzić spływność metodą Schellenberga dla wyższych temperatur produkcji (opis w normie PN-EN 12697-18 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco – Część 18: Spływność lepiszcza).

Tablica 10.1. Starzenie asfaltu w zbiornikach magazynowych.

Przyczyny starzenia asfaltu w zbiorniku	Czynniki ograniczające starzenie
Długotrwałe magazynowanie asfaltu w wysokiej temperaturze	Należy unikać przechowywania asfaltu w podwyższonej temperaturze przez dłuższy czas. W okresach przerw między produkcją mieszanki mineralno-asfaltowej, zaleca się obniżyć temperaturę asfaltu w zbiorniku do poziomu umożliwiającego późniejsze rozgrzanie.
Cyrkulacja asfaltu	Cyrkulacja asfaltu jest powszechnie stosowana, wykorzystuje się ją do ujednolindnia asfaltu w zbiorniku. Jeśli asfalt magazynowany jest przez dłuższy okres, najlepiej jest ograniczyć cyrkulację lub włączyć ją okresowo. Cyrkulacja jest szczególnie przydatna podczas przechowywania asfaltów modyfikowanych. Jej zastosowanie umożliwia osiągnięcie lepszej jednorodności lepiszcza po dłuższym czasie magazynowania. Wejście rurociągu powrotnego asfaltu cyrkulacyjnego do zbiornika powinno być poniżej górnej powierzchni cieczy, jaką tworzy lepiszcze w zbiorniku.
Budowa zbiornika	Najkorzystniej jest, gdy stosunek powierzchni asfaltu do jego objętości w zbiorniku jest mały, dlatego zbiorniki magazynowe asfaltu powinny być pionowe, gdzie stosunek wysokości do średnicy zbiornika jest duży.

Magazynowanie asfaltów drogowych i wielorodzajowych

W przypadku potrzeby magazynowania asfaltu drogowego lub asfaltu wielorodzajowego w zbiorniku w wysokiej temperaturze przez ponad 10 dni, należy w celu kontroli stopnia starzenia oznaczyć jeden z parametrów: penetrację w 25°C wg PN-EN 1426 lub temperaturę mięknięcia PiK wg PN-EN 1427. Szczegółowe informacje podano w rozdziale 5 i 7.

Magazynowanie asfaltów modyfikowanych

W przypadku asfaltów modyfikowanych polimerami ORBITON zaleca się bezpośrednie zużycie asfaltu modyfikowanego po dostarczeniu, bez długotrwałego przechowywania w zbiorniku magazynowym. Należy unikać długotrwałego magazynowania asfaltu modyfikowanego w zbiorniku w wysokiej temperaturze. W przypadku konieczności dłuższego przechowywania (powyżej 5 dni) zaleca się ujednolindnienie, mieszając asfalty w obiegu zamkniętym w jednym lub kilku zbiornikach. Wskazane jest, aby co najmniej jeden ze zbiorników wyposażony był w mieszadło. Szczegółowe informacje podano w rozdziale 6.

Inne zalecenia

W przypadku zmiany typu bądź rodzaju asfaltu w zbiorniku należy każdorazowo upewnić się, czy zbiornik magazynowy jest pusty.

Nie należy mieszać asfaltów różnego typu, np. asfaltów drogowych z asfaltami modyfikowanymi polimerami. Takie mieszanie powoduje znaczące pogorszenie właściwości użytkowych lepiszcza i wykonanej nawierzchni.

Mieszanie asfaltów tego samego typu, ale różnych rodzajów np. 50/70 z 70/100 odbywa się na wyłączną odpowiedzialność wykonawcy. Proces ten wymaga efektywnego systemu mieszającego w zbiorniku oraz kontroli laboratoryjnej. Nie zaleca się mieszania lepiszczy pochodzących od różnych producentów.

Nie zaleca się wielokrotnego rozgrzewania i chłodzenia zarówno asfaltów modyfikowanych ORBITON, jak i asfaltów wielorodzajowych BITREX.

Jeśli asfalt ma pozostać w zbiorniku otaczarni przez okres zimowy, należy obniżyć temperaturę w zbiorniku do temperatury otoczenia. W takich warunkach asfalt może być przechowywany przez kilka miesięcy. Należy pamiętać, że wiosną okres rozgrzewania kilkudziesięciu ton asfaltu może być dość długi i zależy od efektywności i budowy systemu grzewczego w zbiornikach. Po rozgrzaniu należy koniecznie zbadać właściwości lepiszcza.

Temperatura asfaltów podczas magazynowania nie powinna przekraczać wartości podanych w tablicy 10.2.

10.3. Produkcja mieszanki mineralno-asfaltowej

Asfalt dostarczony do wytwórni mieszanki mineralno-asfaltowej bądź emulsji asfaltowej powinien posiadać lepkość na tyle małą, aby było możliwe jego rozładowanie z autocysterny. Ponieważ lepkość asfaltu wiąże się ściśle z jego temperaturą (im wyższa temperatura asfaltu tym lepkość jego jest mniejsza), w chłodnych porach roku, podczas transportu asfaltu z rafinerii należy monitorować temperaturę asfaltu w autocysternie. Przyjmuje się, że minimalna temperatura pompowania osiągnięta jest przy lepkości asfaltu wynoszącej około 2 Pa·s.

Przegrzewanie mieszanki mineralno-asfaltowej podczas produkcji na otaczarni prowadzi do znacznego starzenia technologicznego asfaltu, co w konsekwencji zmniejsza trwałość nawierzchni asfaltowej. Dlatego nie należy przekraczać zalecanej maksymalnej temperatury produkcji, nawet w celu zapewnienia wymaganej urabialności i zagęszczalności na budowie.

Podane w tablicy 10.2. temperatury nie dotyczą mieszanek mineralno-asfaltowych do których dodawany jest środek w celu obniżenia temperatury jej wytwarzania i wbudowania.

Okres przechowywania świeżo wyprodukowanej mieszanki w silosie nie powinien doprowadzić do nadmiernego wychłodzenia mieszanki i jest uzależniony od następujących czynników:

- temperatury produkcji mieszanki,
- rodzaju mieszanki i zawartości w niej lepiszcza oraz jego rodzaju (asfalt drogowy, wielorodzajowy czy modyfikowany),
- obecności dodatków takich jak stabilizatory, modyfikatory czy środki adhezyjne,
- stanu technicznego i wyposażenia silosów (izolacja termiczna, ogrzewanie),
- ilości mieszanki mineralno-asfaltowej w silosie.

10.4. Transport mieszanki mineralno-asfaltowej

Należy zwrócić szczególną uwagę na czystość skrzyń ładunkowych (bez resztek starej mieszanki mineralno-asfaltowej) samochodów dostarczających mieszankę na budowę. Wewnętrzna część skrzyń powinna być zroszona (bez nadmiaru) specjalnym środkiem zabezpieczającym ściany i dno przed przyklejaniem się mieszanki. Stosuje się tylko te środki antyadhezyjne do zraszania skrzyń ładunkowych, które nie działają szkodliwie na lepiszcze asfaltowe. **Nie wolno stosować do zraszania skrzyń ładunkowych oleju napędowego ani innych olejów mineralnych.**

Podczas transportu mieszanki należy bezwzględnie stosować przykrycie skrzyń ładunkowych plandekami. W warunkach obniżonej temperatury lub niekorzystnych warunków atmosferycznych zalecane jest stosowanie samochodów z izolowanymi skrzyniami ładunkowymi. W przypadku konieczności prowadzenia prac w bardzo niekorzystnych warunkach temperaturowych (temperatury $< +5^{\circ}\text{C}$, silny wiatr $> 10\text{ m/s}$, duże odległości

transportu) należy rozważyć stosowanie między rozkładarką a samochodem wyładowującym mieszankę urządzeń pośrednich z dodatkowym mieszalnikiem i podgrzewaniem mieszanki (MTV, Shuttle-buggy). Pracę transportu należy zorganizować w taki sposób, aby zapewniona była ciągłość dostaw mieszanki na budowę (bez postojów rozkładarki).

Po załadunku mieszanki mineralno-asfaltowej na samochód należy dokonać kontroli temperatury mieszanki oraz jej wizualnej oceny. Warto zwrócić uwagę na [1]:

- **niebieski dym** – unoszący się nad mieszanką – świadczy o jej znacznym przegrzaniu w czasie mieszania asfaltu z kruszywem (ponad 200°C). W zasadzie została ona zniszczona (przepalona) i po wbudowaniu będzie się wykruszać oraz będzie nieodporna na wodę i mróz,
- **mieszanka „rozpływa się”** w skrzyni samochodu dostawczego – prawdopodobne przyczyny:
 - nastąpiło uszkodzenie dozownika asfaltu i mieszanka jest przeasfaltowana,
 - nieprawidłowy skład mieszanki mineralnej – brak którejś frakcji przy prawidłowej zawartości asfaltu,
 - nieprawidłowy skład mieszanki mineralno-asfaltowej – projekt w laboratorium od razu zakładał zbyt dużą zawartość asfaltu,
 - nastąpiło przedozowanie środka adhezyjnego,
- **po załadunku mieszanka tworzy ostry stożek, mieszanka ma kolor matowy, bez połysku** – może świadczyć o zbyt niskiej temperaturze mieszanki lub zbyt małej zawartości asfaltu; w rezultacie mieszanka może nie mieć odpowiedniej urabialności i zagęszczalności na budowie; normalnie mieszanka po załadunku powinna formować się w kształcie kopuły,
- **kruszywo nie jest otoczone całkowicie asfaltem** – prawdopodobne przyczyny:
 - zbyt mało asfaltu w mieszance (błąd w projektowaniu),
 - uszkodzony dozownik asfaltu,
 - zbyt niska temperatura asfaltu podczas otaczania kruszywa,
 - zbyt krótki czas mieszania „na mokro” w otaczarce,
- **ziarna grysów pokryte są pęcherzykami asfaltu** – zjawisko wygląda tak jakby asfalt kipiał na powierzchni kruszywa; przyczyną jest znaczne zawilgocenie kruszywa, którego suszarka otaczarki nie była w stanie zlikwidować; zjawisko zdarza się częściej przy kruszywach o dużej nasiąkliwości i po dłuższych opadach deszczu.

10.5. Wbudowywanie

Mieszanki betonu asfaltowego o wysokim module sztywności (AC EME) z asfaltami twardymi należy wbudowywać z największą dopuszczalną technologicznie i projektowo grubością warstwy. Dzięki temu polepszone zostaną warunki temperaturowe zagęszczania.

Podczas wbudowywania mieszanek na podłożu o podwyższonej temperaturze (świeżo wbudowanej warstwie) należy starannie kontrolować temperaturę w środku grubości wbudowywanej warstwy. Nie zaleca się stosowania termometrów bezkontaktowych, ale termometry ze stalowym trzpieniem umożliwiające zagłębienie w głąb warstwy. W przypadku, gdy temperatura wbudowywanej mieszanki jest bardzo wysoka (a mieszanka stygnie bardzo powoli) nie należy rozpoczynać wałowania aż do momentu spadku temperatury umożliwiającej rozpoczęcie zagęszczania. W podobny sposób należy postępować, gdy mieszanka układana jest na gorącym podłożu (gorącej poprzedniej warstwie). Podane zalecenia nie dotyczą technologii *Kompaktasphalt*.

Mieszanka asfaltu lanego ze względu na dużą lepkość nie zawsze może być rozkładana ręcznie. Zalecane jest stosowanie mechanicznego sprzętu do wbudowywania oraz dodatków obniżających temperaturę wbudowywania.

10.6. Sorbenty do zbierania rozlanego oleju na podłożu

Zgodnie z definicją sorbenty są to substancje, które mają zdolność pochłaniania innych substancji. Znalazły one także zastosowanie w drogownictwie jako substancje bardzo pomocne do zbierania rozlanych plam oleju czy paliwa na powierzchni warstwy. Należy pamiętać, że szybkość usunięcia takiej plamy z drogi to jeden z najważniejszych czynników dla późniejszej trwałości nawierzchni asfaltowej. Substancje ropopochodne powodują rozpuszczanie asfaltu, przenikają do kolejnych warstw przez co powodują trwałe zniszczenia.

Dawniej do usuwania substancji ropopochodnych z powierzchni stosowano piasek lub trociny. Mimo, że sorbenty w postaci trocin (sorbenty celulozowe: drewno, papier) stosuje się do wchłaniania wycieków olejowych to ich wadą jest mała gęstość – są dość lekkie, więc ich stosowanie ogranicza się wyłącznie do bezwietrznej pogody ze względu na ich wrażliwość na podmuchy wiatru. Należy pamiętać, że sorbenty tego rodzaju chłoną także wodę. Oczywiście istnieją na rynku także specjalnie przetworzone sorbenty celulozowe, w których wyeliminowano problem chłonięcia wody.

Do zastosowań na drogach utwardzonych dostępne są też sorbenty polimerowe syntetyczne (np. sorbenty poliuretanowe). Można spotkać sorbenty lekkie i wtedy zachowują się one jak wcześniej wspomniane sorbenty celulozowe, ale są także sorbenty specjalnie przetworzone o wyższej gęstości, co umożliwia ich stosowanie w różnych warunkach pogodowych (wiatr).

O zastosowaniu danego sorbentu na drodze powinny decydować następujące czynniki:

- duża i szybka chłonność sorbentu,
- brak negatywnego wpływu na nawierzchnię asfaltową,
- uniwersalność,
- możliwość stosowania w każdych warunkach pogodowych:
 - hydrofobowość (deszcz, śnieg),
 - odpowiedni ciężar (niepodatny na wiatr),
- po zastosowaniu łatwy do usunięcia (nie tworzy mazi),
- w miarę możliwości antypoślizgowy.

Należy zdawać sobie sprawę, że po zastosowaniu sorbentu na rozlaną na jezdni plamę oleju lub paliwa jesteśmy wytwórcą odpadu i należy postępować zgodnie z wymogami zawartymi w Ustawie o Odpadach. Dotyczy to zarówno transportu, jak i odpowiedniego sposobu odzysku lub unieszkodliwiania danego odpadu w zależności od zastosowanego sorbentu i substancji pochłoniętej.

10.7. Temperatury technologiczne

Tablica 10.2. Minimalna i maksymalna temperatura asfaltów i mieszanek mineralno- asfaltowych w zależności od rodzaju asfaltu

Rodzaj asfaltu	Asfalt drogowy			Asfalt wielorodzajowy			Asfalt modyfikowany polimerami				
	EN 12591 zał. NA			AT/02-2010-1940 AT/03-2005-1882/01			EN 14023:2011 zał. NA				
	Asfalt 20/30	Asfalt 35/50	Asfalt 50/70	BITREX 20/30	BITREX 35/50	BITREX 50/70	ORBITON 10/40-65	ORBITON 25/55-60	ORBITON 45/80-55	ORBITON 45/80-65	ORBITON 65/105-60
	Temperatura [°C]										
Laboratorium											
Temperatura zagęszczania próbek Marshalla/w prasie żyrtorowej	155-160	140-145	135-140	160-165	145-150	140-145	150-155	145-150	145-150	150-155	145-150
Temperatura składników na otaczarni											
Pompowanie asfaltu	powyżej 130°C	powyżej 130°C	powyżej 130°C	powyżej 140°C	powyżej 140°C	powyżej 140°C	Powyżej 150°C	Powyżej 150°C	Powyżej 150°C	Powyżej 150°C	Powyżej 150°C
Magazynowanie asfaltu na otaczarni krótkotrwałe	do 190 (200***)	do 190 (200***)	do 190 (200***)	do 190	do 190	do 190	do 190	do 190	do 190	do 190	do 190
Temperatura kruszywa w czasie produkcji mma (powyżej temp. produkcji mma)	max. 30	max. 30	max. 30	max. 30	max. 30	max. 30	max. 30	max. 30	max. 30	max. 30	max. 30
Temperatura gotowej mieszanki mineralno-asfaltowej w mieszalniku otaczarki:											
Beton asfaltowy	max. 185	max. 180	max. 175	max. 185	max. 185	max. 180	max. 185	max. 185	max. 185	max. 185	max. 185
SMA	—	—	max. 175	—	max. 185	max. 180	—	max. 185	max. 185	max. 185	max. 185
Asfalt porowaty	—	—	—	—	—	—	—	—	max. 185	max. 185	max. 185
Asfalt lany	<230*)	<230*)	—	<230*)	<230*)	—	<230**)	<230**)	<230**)	—	—
Temperatura na budowie											
Minimalna temperatura dostarczonej mieszanki na budowę w koszu rozkładarki)	150	145	140	160	150	145	160	150	150	155	150
Temperatura końca efektywnego zagęszczania	>120	>115	>110	>125	>120	>115	>125	>120	>120	>125	>120
) czas przebywania mieszanki asfaltu lanego w kotle w podanej temperaturze do 12 h, dopuszcza się wyższą temperaturę asfaltu lanego, do 250°C jeśli czas przebywania w kotle nie przekroczy 5 h)) czas przebywania mieszanki asfaltu lanego w kotle w podanej temperaturze do 8 h, dopuszcza się wyższą temperaturę asfaltu lanego, do 250°C jeśli czas przebywania w kotle nie przekroczy 4 h)*) maksymalna temperatura w zbiorniku 200°C tylko w wyjątkowych przypadkach dostaw z rafinerii asfaltu o takiej temperaturze											

Rozdział 11

INNE WŁAŚCIWOŚCI ASFALTÓW

11.1. Gęstość asfaltów

Gęstość asfaltów oznaczana jest według norm PN-EN 15326 lub PN-EN ISO 3838.

Standardowo, w laboratoriach współpracujących z ORLEN Asphalt gęstości wszystkich asfaltów oznacza się w 15°C z częstotnością dwa razy w roku. Aktualne wyniki dostępne są w Dziale Technologii, Badań i Rozwoju (dane kontaktowe na 4 stronie okładki Poradnika) oraz publikowane na stronie www.orlen-asfalt.pl w zakładce Informacje Techniczne/Dla laboratoriów.

Do projektowania mieszanek mineralno-asfaltowych można przyjmować następujące gęstości lepiszczy asfaltowych jak w tablicy 11.1.

Tablica 11.1. Wyniki badania gęstości asfaltów w 15°C w 2013 r.

Rodzaj asfaltu	Gęstość w 15°C wg PN-EN ISO 3838 lub PN-EN 15326 [Mg/m ³]
Drogowy 20/30	1,035
Drogowy 35/50	1,030
Drogowy 50/70	1,024
Drogowy 70/100	1,010
Drogowy 100/150	1,022
Drogowy 160/220	1,019
Wielorodzajowy BITREX 35/50	1,021
Wielorodzajowy BITREX 50/70	1,018
Modyfikowany ORBITON 10/40-65	1,034
Modyfikowany ORBITON 25/55-60	1,022
Modyfikowany ORBITON 45/80-55	1,024
Modyfikowany ORBITON 45/80-65	1,030

Podane w tablicy 11.1 w kolumnie 2 wartości gęstości asfaltów dotyczą pomiarów w 15°C. Podczas stosowania asfaltów w innych temperaturach należy przeliczyć podaną gęstość w 15°C na gęstość w temperaturze stosowania wg równania:

$$\rho_x = \rho_{15} - (0,00061 \cdot \Delta t)$$

w którym:

ρ_x – gęstość w poszukiwanej temperaturze X

ρ_{15} – gęstość w temperaturze 15°C w Mg/m³

Δt – różnica temperatur (X – 15), X ∈ {15,16...200}

11.2. Rozpuszczalność asfaltów

Podczas wykonywania ekstrakcji próbki mieszanki mineralno-asfaltowej wg PN-EN 12697-1 mogą być stosowane różne rozpuszczalniki. W tabelicy 11.2 przedstawiono wyniki badania rozpuszczalności lepiszczy asfaltowych produkowanych przez ORLEN Asphalt, przy zastosowaniu metody wg PN-EN 12592. Podane wyniki wg PN-EN 12592 mogą służyć do obliczenia „T” wg punktu A.4. normy PN-EN 12697-1.

Tablica 11.2. Wyniki badania rozpuszczalności lepiszczy asfaltowych produkowanych przez ORLEN Asphalt, przy zastosowaniu metody wg PN-EN 12592

Rodzaj asfaltu		Rozpuszczalność w ksylene [% m/m]	Rozpuszczalność w czterochloroetylenie [% m/m]	Rozpuszczalność w toluenie [% m/m]
Asfalt drogowy	35/50	99,8	99,80	99,95
	50/70	99,90	99,85	99,90
	70/100	99,95	99,95	99,95
Asfalt modyfikowany ORBITON	10/40-65	99,65	99,60	99,90
	25/55-60	99,85	99,80	99,75
	45/80-55	99,90	99,90	99,90
	45/80-65	99,65	99,70	99,70
	65/105-60	99,75	99,65	99,70
Asfalt wielorodzajowy BITREX	35/50	99,95	99,95	99,95
	50/70	99,85	99,95	99,75

Zbadane rozpuszczalności metodą Soxhleta wykazały wyniki na poziomie 100% m/m.

11.3. Dane do projektowania nawierzchni metodami mechanistycznymi

Część programów do wymiarowania nawierzchni asfaltowych posługuje się podstawowymi parametrami lepiszczy, aby obliczyć ich moduł sztywności a następnie moduł mieszanki mineralno-asfaltowej. W tabelicy 11.3 zamieszczono dane o średnich wartościach podstawowych właściwości lepiszczy asfaltowych produkowanych przez ORLEN Asphalt w 2012 r.

Tablica 11.3. Dane do projektowania nawierzchni metodami mechanistycznymi

Rodzaj asfaltu	Penetracja w 25°C [0,1 mm]	Temperatura mięknięcia PiK [°C]
ORBITON 25/55-60	40	62
ORBITON 45/80-55	60	57
BITREX 35/50	40	61
35/50	45	54



Rozdział 12

BEZPIECZEŃSTWO PRACY Z ASFALTAMI I OCHRONA ŚRODOWISKA

12.1. Wstęp

Ogólne aspekty bezpieczeństwa pracy, ochrony zdrowia i środowiska omówione poniżej dotyczą asfaltów pochodzenia naftowego, stosowanych w budownictwie drogowym, produkowanych przez ORLEN Asfalt, których właściwości normowe zostały omówione w pierwszej części Poradnika.

Obszerne informacje ekologiczne i toksykologiczne oraz dane dotyczące identyfikacji zagrożeń, postępowania w przypadku pożaru czy niezamierzonego uwolnienia do środowiska zawarte są w kartach charakterystyki, które dostępne są dla wszystkich produktów ORLEN Asfalt.

Mimo tego, że asfalt nie został sklasyfikowany jako substancja niebezpieczna, karty charakterystyki asfaltów są powszechnie dostępne dla odbiorców asfaltu w celu zapewnienia maksimum bezpieczeństwa stosowania i pełnej informacji o produkcie.

Zgodnie z przepisami UE: rozporządzeniem REACH (*Registration Evaluation and Authorisation of Chemicals*) oraz rozporządzeniem CLP (*Classification, Labelling, Packaging*) forma i treść kart charakterystyki została zmieniona. Wszystkie aktualne karty charakterystyki dla asfaltów produkowanych w ORLEN Asfalt można znaleźć na stronie internetowej spółki [6]. W niniejszym rozdziale zwrócono uwagę tylko na niektóre aspekty dotyczące szeroko rozumianego BHP podczas pracy z asfaltami. Pełna informacja na ten temat zawarta jest wymienionych powyżej kartach charakterystyki.

Inaczej wygląda kwestia klasyfikacji asfaltu, jeśli chodzi o jego dystrybucję. Transport asfaltów podlega międzynarodowym przepisom dotyczącym transportu substancji niebezpiecznych. **Asfalty sklasyfikowano jako niebezpieczne z powodu wysokiej temperatury podczas transportu.** Zdecydowana większość produktów ORLEN Asfalt przewożona jest cysternami samochodowymi. Transport drogowy substancji niebezpiecznych w Europie reguluje międzynarodowe porozumienie ADR (*L'Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route*), które wprowadza między innymi odpowiednie oznakowanie pojazdu do przewozu asfaltów.

Trzeba bezwzględnie stwierdzić, że przy rozpoznawaniu zagrożeń i ocenie ryzyka należy brać także pod uwagę fakt mieszania asfaltów drogowych z innymi substancjami czy dodatkami. Takie mieszaniny mogą generować dodatkowe zagrożenia. Jednak za zmiany, które mogą spowodować, że asfalt stanie się substancją niebezpieczną dla zdrowia człowieka czy dla środowiska, odpowiedzialność ponoszą producenci takich mieszanin.

12.2. Potencjalne zagrożenia dla zdrowia podczas produkcji, magazynowania, transportu i stosowania asfaltów drogowych

12.2.1. Oparzenia asfaltami (kontakt ze skórą, z oczami)

Temperatura podczas pracy z asfaltami drogowymi zwykle przekracza 100°C. Dlatego istotnym zagrożeniem mogącym wystąpić podczas pracy z asfaltami są oparzenia termiczne (do poparzeń trzeciego stopnia włącznie). Do oparzeń może dojść w różnych sytuacjach: podczas normalnej pracy (np. poborze próbek, rozładunku cysterny, pracach remontowych itp.), ale także podczas zdarzeń awaryjnych, na przykład podczas niekontrolowanego wycieku gorącego asfaltu na skutek rozszczelnienia zbiornika czy nieprawidłowej pracy armatury odcinającej.

Podczas pracy z gorącym asfaltem należy bezwzględnie stosować środki ochrony osobistej, m.in.:

- kask ochronny z osłoną twarzy i karku. Należy pamiętać, że okulary ochronne chronią tylko oczy!
- odzież i obuwie robocze,
- rękawice ochronne odporne na działanie wysokiej temperatury (uwaga: należy upewnić się, że do rękawic nie dostanie się asfalt!).



Rys. 12.1. Kask ochrony z przesłoną twarzy
– przykład (fot. H.Peciakowski)



Rys. 12.2. Termoodporne rękawice ochronne
z mankietami – przykład (fot. H.Peciakowski)

Postępowanie w przypadku oparzeń:

- należy natychmiast schładzać oparzone miejsce bieżącą, zimną wodą przez co najmniej 10 minut,
- nie próbować usuwać asfaltu z obszaru oparzenia,
- w każdym przypadku poważnych oparzeń należy natychmiast wezwać pomoc lekarską.

12.2.2. Pożar (działania zapobiegawcze)

Nie należy przechowywać asfaltów drogowych w temperaturach powyżej 220°C. Wszelkie manipulacje należy prowadzić w temperaturze min. 30°C poniżej temperatury zapłonu. Warto wiedzieć, że temperatury zapłonu (badane w tyglu otwartym met. Clevelanda) asfaltów drogowych omawianych w tym poradniku wynoszą ponad 310°C (Część pierwsza Poradnika, tablice z właściwościami). Obecne normy asfaltowe nie wymagają badania temperatury zapłonu w tyglu zamkniętym (met. Martensa-Pensky'ego), ale można przyjąć, że będzie ona niższa od otrzymanej z badania w tyglu otwartym.

W przypadku przegrzania asfaltu w zbiorniku istnieje prawdopodobieństwo powstawania łatwopalnych produktów rozkładu, które zwiększają ryzyko pożaru a nawet wybuchu. Zgodnie z kartą bezpieczeństwa chemicznego przygotowaną przez CONCAWE (*Conservation of Clean Air and Water In Europe*) asfalty jako takie, nie są uważane za wybuchowe na podstawie rozważań strukturalnych i bilansu tlenowego [17]. Celem minimalizowania powstawania tworzenia oparów należy unikać przegrzewania asfaltu, na skutek którego dochodzi także do utraty deklarowanych przez producenta właściwości produktu. Podczas eksploatacji zbiorników należy pamiętać o możliwości odkładania się na ich ściankach i dachach samozapalnych osadów, które mogą być źródłem samozapłonu w obecności tlenu.

12.2.3. Gaszenie pożaru asfaltu

Podstawową zasadą dotyczącą postępowania w przypadku wszystkich pożarów jest stosowanie właściwych środków gaśniczych. **Podczas gaszenia pożaru asfaltu nie wolno stosować zwartych strumieni wody skierowanych na powierzchnię płynnego asfaltu** – groźba gwałtownych rozprysków gorącego asfaltu. Woda może zostać użyta jedynie do chłodzenia gorących powierzchni.

Odpowiednimi środkami gaśniczymi są: dwutlenek węgla, proszek gaśniczy, piana gaśnicza, piasek czy rozproszony prąd wody.

Postępowanie w przypadku pożaru asfaltu:

- należy natychmiast wezwać Straż Pożarną,
- jeśli to nie zagraża naszemu bezpieczeństwu należy:
 - wyłączyć podgrzewanie asfaltu,
 - wyłączyć pompy cyrkulacyjne, itp.,
 - zamknąć zawory, co może przyczynić się do ograniczenia rozprzestrzeniania się pożaru.

12.2.4. Pienienie w obecności wody

W przypadku kontaktu gorącego asfaltu z wodą następuje pienienie asfaltu na skutek gwałtownego zwiększenia objętości (przemiany wody w parę wodną). Powstaje wtedy realne niebezpieczeństwo wykipienia asfaltu ze zbiornika czy cysterny. Pienieniu asfaltu mogą towarzyszyć rozpryski gorącego asfaltu.

Bardzo ważnym elementem podczas załadunku jest sprawdzenie, czy cysterna nie zawiera wody, a podczas rozładunku asfaltu – czy węże nie zawierają wody bądź wilgoci.

Zbiornik magazynowy na asfalt w każdym przypadku powinien być suchy. Pusty i zimny zbiornik powinno się napełniać na początku niewielką ilością asfaltu, żeby umożliwić ewentualnej wilgoci znajdującej się w zbiorniku powolne odparowanie. Szybkie i nieostrożne napełnianie zimnego, długo nieużywanego zbiornika, co do którego nie ma się pewności, że jest suchy, może grozić gwałtownym wypienieniem asfaltu.

12.2.5. Opary asfaltów (mgła asfaltowa, dymy)

Gorące asfalty mogą wydzielać opary. Od wielu lat przemysł asfaltowy wspiera i organizuje badania naukowe dotyczące potencjalnego ryzyka zawodowego wynikającego z narażenia pracowników na opary asfaltowe. W dalszym ciągu kontynuowane są w Europie dodatkowe badania i monitoring procesów produkcji. W przypadku, gdy temperatury technologiczne są ściśle kontrolowane tak, aby minimalizować emisję oparów z asfaltu, oraz obszar pracy z asfaltami jest otwarty albo dobrze wentylowany (kontrola warunków pracy) nie ma dowodów, że pary asfaltów stanowią zagrożenie dla zdrowia pracowników.

Najnowsze badania (z lipca 2009) zachorowalności na raka płuc pracowników mających styczność z asfaltami w Europie, prowadzone przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem (IARC – *The International Agency for Research on Cancer*) ponownie nie wykazały związku pomiędzy ryzykiem powstania raka płuc a ekspozycją na opary asfaltu [11].

Chociaż opary asfaltu nie zostały uznane za szkodliwe dla człowieka, mimo to przy pracach z gorącymi asfaltami należy unikać kontaktu z oparami oraz unikać wdychania oparów lub mgły rozgrzanego produktu. Długie narażenia na wysokie stężenia oparów/dymów z gorących asfaltów mogą powodować podrażnienia dróg oddechowych lub podrażnienie oczu, a nawet trudności w oddychaniu czy nudności. Należy dążyć do ograniczania tworzenia się oparów asfaltów.

Narażenie pracowników na opary/dymy asfaltów powinno być minimalizowane poprzez stosowanie tzw. dobrych praktyk [11]:

- utrzymywanie temperatur technologicznych możliwie na jak najniższych poziomach,
- praca przy dobrej wentylacji,
- rotacja wśród załogi w obrębie placu budowy,
- stosowanie środków ochrony indywidualnej, zwłaszcza w pomieszczeniach zamkniętych.

W razie zaistniałych ewentualnych trudności w oddychaniu spowodowanych nadmiernym wdychaniem oparów asfaltu należy:

- wynieść poszkodowanego z obszaru zagrożenia na świeże powietrze,
- zasięgnąć pomocy lekarskiej w przypadku utrzymywania się trudności z oddychaniem.

12.2.6. Siarkowodór

Skład elementarny asfaltów jest zróżnicowany w zależności od natury chemicznej ropy, z której zostały one wyprodukowane oraz od metody produkcji [8]. Jednak dla większości asfaltów na skład elementarny składają się również niewielkie ilości siarki. Dlatego też przy długim magazynowaniu gorącego asfaltu w zbiornikach zamkniętych, z asfaltu może uwalniać się siarkowodór, którego stężenie może osiągnąć niebezpieczną wartość. Przed wejściem do opróżnionego zbiornika konieczne jest jego wcześniejsze wietrzenie, następnie pozostawienie pod stałym napływem powietrza i obniżenie temperatury. Po przygotowaniu zbiornika do wejścia pracowników należy wykonać analizy atmosfery wnętrza na zawartość tlenu, potencjalnych stężeń wybuchowych lub toksycznych. Analiza powinna być wykonana nie wcześniej jak 1 godz. przed zamierzonym wejściem. Pracownik wchodzący do wnętrza zbiornika powinien być odpowiednio wyposażony.

Na otwartej przestrzeni siarkowodór nie stanowi zagrożenia dla zdrowia człowieka, gdyż stężenie tego gazu w parach asfaltu jest tak małe, że nie stanowi ryzyka.

12.2.7. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA)

Obecność śladowych ilości wielopierścieniowych węglowodórów aromatycznych w skrócie WWA (ang. PAH – *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon*) w oparach asfaltu, budzi obawy dotyczące potencjalnego wpływu na zdrowie pracowników narażonych na działanie asfaltu lub oparów asfaltu. Stwierdzono, że niektóre policykliczne węglowodory aromatyczne wykazują właściwości rakotwórcze. Agencja Ochrony Środowiska USA sporządziła wykaz piętnastu węglowodórów uznanych za trujące. Spośród tych węglowodórów najsilniejsze działanie rakotwórcze ma benzo(a)piren. Kancerogenne działanie tego związku ma miejsce, gdy jego zawartość w lepischu przekracza 50 mg/kg. Tymczasem maksymalna zawartość benzo(a)pirenu w asfaltach wynosi 4 mg/kg, a sumaryczna zawartość WWA nie przekracza 40 mg/kg [8].

ORLEN Asfalt prowadzi dodatkowo badania swoich produktów także pod kątem aspektów ekologicznych i toksykologicznych. W 2010 roku przeprowadzono badania na zawartość wielopierścieniowych węglowodórów aromatycznych (WWA) w mg/kg w próbkach popularnego asfaltu drogowego 35/50 techniką chromatografii gazowej (GC). Na podstawie tego badania otrzymano, że suma WWA w próbce asfaltu drogowego 35/50 wyprodukowanego w 2010 roku nie przekroczyła 4,5 mg/kg, w tym zawartość benzo(a)pirenu wyniosła 0,5 mg/kg. Spółka zleciła także zbadanie emisji lotnych związków organicznych z próbek asfaltu drogowego 35/50 oraz asfaltu modyfikowanego ORBITON 25/55-60. Badanie zostało przeprowadzone wg metodyki opartej na metodzie headspace oraz analizie za pomocą chromatografii gazowej z detekcją masową, w temperaturze 180°C. W analizie próbek lepischu, nie stwierdzono emisji lotnych związków organicznych.

Pomimo istnienia niewielkich ilości WWA w asfaltach, nie ma dowodów, że kontakt z asfaltami czy oparami asfaltu może zwiększać ryzyko powstania raka płuc.

Wyniki pomiarów szkodliwych substancji chemicznych podczas przygotowywania mas asfaltowych oraz robót drogowych przeprowadzonych w różnych ośrodkach krajowych i zagranicznych wykazały, że w dymach asfaltów występują benzo(a)piren na poziomie od 0,004 do 1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [16]. Należy przypomnieć, że wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) w środowisku pracy dla WWA oraz benzen(a)pirenu wynosi 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i jest ustalona Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. [18].

12.2.8. Atesty PZH

Wszystkie asfalty produkowane przez ORLEN Asfalt odpowiadają wymaganiom higienicznym. Spółka posiada na swoje wyroby Atest Higieniczny wydany przez Państwowy Zakład Higieny – Zakład Higieny Komunalnej o numerze HK/B/1054/01/2010.

Podsumowując, warto przytoczyć wniosek końcowy ze szczegółowego koreferatu „*Badanie kliniczno-kontrolne przypadków nowotworu płuc zagnieżdżone w kohorcie pracowników europejskiej branży asfaltowej. Raport końcowy z lipca 2009 r.*” do raportu opublikowanego w 2009 roku przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakim (IARC). Koreferat został opracowany przez Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi [20]. We wniosku stwierdzono, że nie znaleziono spójnych dowodów na występowanie związku przyczynowego między narażeniem (inhalacyjnym i dermalnym) na asfalty i ryzykiem raka płuca. Stwierdzona w badaniu kohortowym nadwyżka nowotworów płuca u pracowników narażonych na asfalty może być raczej przypisana intensywności palenia papierosów i ewentualnemu narażeniu na smołę węglową. Natomiast pozostałe badane czynniki zawodowe nie odgrywały istotnej roli w kształtowaniu ryzyka raka płuca.

Należy także zdawać sobie sprawę, że asfalt znajdujący się w mieszance mineralno-asfaltowej stanowiącej nawierzchnię asfaltową (droga, lotnisko, inna nawierzchnia) jest w postaci stałej i nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ani dla środowiska naturalnego. Co więcej, asfalt jako jeden z nielicznych produktów do budowy dróg jest uznawany za ekologiczny ze względu na możliwość 100% recyklingu i ponownego wbudowania w nawierzchnię drogi.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Anderson R. M.; Walker D. E. ; Turner P. A. Low-temperature evaluation of Kentucky performance-graded 70-22 asphalt binders. Annual Meeting of the Transportation Research Board No78 (01/1999) 1999, no 1661 pp. 69-74
- [2] 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
- [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)
- [4] Błażejowski K., Styk S. Technologia warstw asfaltowych. WKŁ 2004
- [5] CONCAWE: Chemical Safety Report. Part B. „Bitumen’ and „Oxidized Asphalt”
- [6] Development in Asphalt Binder Specifications. Transportation Research Circular E-C147. Transportation Research Board, December 2010, ISSN 0097-8515, pp. 39-40
- [7] Encyklopedia fizyki. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. 1972
- [8] Gawęł I., Kalabińska M., Piłat J. Asfalty drogowe. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2001
- [9] Gust J., Pawłowski K. Systemy oceny zgodności wyrobów budowlanych. Kryteria dobor systemu. Warszawa-Miedzeszyn 2003
- [10] <http://pl.wikipedia.org>
- [11] <http://www.eurobitume.eu/hse>
- [12] http://www.orlen-asfalt.pl/informacje_techiczne.php
- [13] Kossowicz L., Polskie asfalty naftowe, Kraków 1968, Zjednoczenie Przemysłu Rafinerii Nafty
- [14] Noor Zainab Habib, Ibrahim Kamaruddin, Madzlan Napiah and Isa Mohd Tan. Effect of thermoplastic copolymers on microstructure and viscoelastic behaviour of bitumen. Proceeding of Malaysian Universities Transportation Research Forum and Conferences 2010 (MUTRFC2010), 21 December 2010, Universiti Tenaga Nasional. ISBN 978-967-5770-08-1
- [15] Physical differentiation between air-rectified and oxidised bitumens. Technical Committee Task Force. Eurobitume, 15.04.2011
- [16] Pośniak M., Makhniashvili I., Kowalska J. (2000), Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w procesach stosowania asfaltów, „BEZPIECZEŃSTWO PRACY nauka i praktyka” 7-8/2000, Centralny Instytut Ochrony Pracy.
- [17] Raport Bezpieczeństwa Chemicznego przygotowane przez CONCAWE. Część B. „Asfalt utleniony” i „Asfalt destylacyjny”
- [18] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.
- [19] Schramm G.: „Reologia. Podstawy i zastosowania”, Ośrodek Wydawnictw Naukowych, Poznań 1998
- [20] Szadkowska-Stańczyk I., Analiza wyników badań epidemiologicznych dotyczących ryzyka nowotworowego u pracowników branży asfaltowej i przygotowanie opracowania uwzględniającego opublikowane w 2009 roku przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem (IARC) wyniki badań w zakresie tej problematyki, Instytut Medycyny Pracy, Łódź 2010
- [21] Tymczasowe Wytyczne Techniczne TWT-PAD. Instytut Badawczy Dróg i Mostów 1993-1997-2003
- [22] West R.C., Watson D.E., Turner P.A., Casola J.R. Mixing and Compaction Temperatures of Asphalt Binders in Hot-Mix Asphalt. NCHRP Report 648. Transportation Research Board. 2010
- [23] Wymagania Techniczne WT-2 2010. Nawierzchnie Asfaltowe na drogach krajowych. GDDKiA 2010

AUTORZY PORADNIKA ASFALTOWEGO



dr. inż. Krzysztof Błażejowski

Absolwent Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej (1992). Autor wielu publikacji z dziedziny lepiszczy asfaltowych i nawierzchni asfaltowych. Dyrektor ds. Technologii, Badań i Rozwoju w ORLEN Asphalt. Uczestnik prac normalizacyjnych Komitetów Technicznych 212 i 222 (Podkomitet ds. Asfaltów) PKN. Członek Sekcji Inżynierii Materiałów Budowlanych Polskiej Akademii Nauk. Rzeczoznawca SITK RP w dziedzinie nawierzchni drogowych.



dr inż. Jacek Olszacki

Absolwent Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej (2000). Autor wielu publikacji z dziedziny nawierzchni z asfaltu porowatego i cichych nawierzchni. Zajmuje się także reologią lepiszczy asfaltowych, w tym badaniami z DSR. Pracownik Działu ds. Technologii, Badań i Rozwoju w ORLEN Asphalt.



mgr inż. Hubert Peciakowski

Absolwent Wydziału Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii Politechniki Warszawskiej (2003). Specjalizuje się w tematyce badawczej lepiszczy asfaltowych oraz w zagadnieniach procesów produkcji. Dodatkowy obszar zainteresowań to wpływ właściwości surowców na jakość produktów finalnych. Pracownik Działu ds. Technologii, Badań i Rozwoju w ORLEN Asphalt.

Dział Technologii, Badań i Rozwoju (TBR)

Komórka organizacyjna spółki ORLEN Asphalt funkcjonująca w pionie produkcji. Istnieje od początku funkcjonowania spółki, tzn. od 2003 r. Zajmuje się technologią produkcji, badaniami kontrolnymi oraz rozwojowymi lepiszczy asfaltowych, marketingiem technicznym i tworzeniem nowych wyrobów. Dla klientów firmy świadczone są także usługi doradztwa technicznego w zakresie zastosowań lepiszczy asfaltowych produkowanych przez spółkę.

W dorobku Działu TBR są zgłoszenia patentowe, złoty medal na Międzynarodowej Wystawie Wynalazków IWIS 2007 oraz nagroda polskiego Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za osiągnięcia wynalazcze.

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

