

NAWIERZCHNIE ASFALTOWE

Nr
2(50)/2017

KWARTALNIK POLSKIEGO STOWARZYSZENIA WYKONAWCÓW NAWIERZCHNI ASFALTOWYCH

ISSN 1734-1434

DOBÓR RODZAJU FUNKCJONALNEGO PG ASFALTÓW WEDŁUG METODY SUPERPAVE W ZALEŻNOŚCI OD STREF KLIMATYCZNYCH W POLSCE

Ustalanie składu mieszanki SMA

Jakość formalnie i technicznie



NAWIERZCHNIE ASFALTOWE

Kwartalnik
Polskiego Stowarzyszenia
Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych

ASPHALT PAVEMENTS

Quarterly of the Polish Asphalt
Pavements Association

Polskie Stowarzyszenie Wykonawców
Nawierzchni Asfaltowych
działa od 1999 r.

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

Wydawca

Polskie Stowarzyszenie Wykonawców
Nawierzchni Asfaltowych

Skład zarządu

Andrzej Wyszyński, prezes
Adam Wojczuk, wiceprezes
Tomasz Przeradzki, sekretarz
Ewelina Karp-Kręglińska, skarbnik
Waldemar Merski, członek zarządu
Zbigniew Krupa, pełnomocnik zarządu

Redakcja

Anna Krawczyk, redaktor naczelna
Danuta Kropiewnicka, redakcja językowa, korekta

DTP

Krzysztof Konarski – Inventivo.pl
Fotografia na okładce – Fotolia.com

Biuro zarządu, adres redakcji

Jolanta Szulhaniuk

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

ISSN 1734-1434

Spis treści

Nawierzchnie Asfaltowe nr 2(50)/2017

4

Dobór rodzaju funkcjonalnego PG asfaltów według metody Superpave w zależności od stref klimatycznych w Polsce

Marek Pszczoła, Dawid Ryś, Piotr Jaskuła

11

Ustalanie składu mieszanki SMA

Krzysztof Błazejowski, Halina Sarlińska

18

Jakość formalnie i technicznie

Anna Krawczyk

Misja Polskiego Stowarzyszenia Wykonawców
Nawierzchni Asfaltowych:

„Efektywne wspieranie wszelkich działań służących
rozwojowi branży drogownictwa w Polsce, a w szczególności
propagowanie nowoczesnych technologii, racjonalizacja
przepisów prawnych i wytycznych technicznych, działalność
edukacyjna i informacyjna”.

Czasopismo wspierane finansowo przez:

 **LOTOS** Asphalt



Zwielką przyjemnością oddaję w Państwa ręce kolejne wydanie kwartalnika „Nawierzchnie Asfaltowe”. Znajdują się w nim bardzo ważne dla branży drogowej opracowania techniczne. Pierwsze z nich dotyczy doboru rodzaju funkcjonalnego PG asfaltów według metody Superpave w zależności od stref klimatycznych w Polsce. Autorzy: Marek Pszczoła, Dawid Ryś i Piotr Jaskuła z Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej zwracają uwagę, że nie tylko w Polsce, ale i w innych krajach Unii Europejskiej asfalty drogowe bada się i klasyfikuje przeważnie w oparciu o wynik oznaczenia penetracji w temperaturze 25°C. Niestety ciągle nie bierze się pod uwagę rzeczywistych warunków klimatycznych, w jakich potem mają one pracować w nawierzchni drogowej. „Pod koniec ubiegłego wieku w ramach amerykańskiego programu SHRP opracowano i wdrożono nowy system klasyfikacji asfaltów. Ideą wprowadzenia nowego systemu była potrzeba lepszego dostosowania metod badań oraz wymagań dla asfaltów drogowych do rzeczywistych warunków, w jakich pracują te asfalty w nawierzchniach drogowych” – czytamy we wstępie do artykułu.

Autorami kolejnego obszernego opracowania zamieszczonego w tym wydaniu są Krzysztof Błażejowski i Halina Sarlińska. Przedstawiają oni, w jaki sposób prawidłowo ustalać skład mieszanki SMA.

Okazuje się, że uzyskanie mieszanki, która spełnia wymagania specyfikacji technicznej w warunkach laboratoryjnych wymaga kilkukrotnych prób. Nadal jednak trudno określić kluczowe czynniki mające wpływ na to, że ten, a nie inny wariant okazał się najlepszy.

„Zdaniem autorów, jedną z przyczyn tego stanu rzeczy jest stosowany w Polsce sposób projektowania uziarnienia SMA opierający się wyłącznie na obserwacjach krzywej uziarnienia” – czytamy we wstępie. W artykule przedstawiono sposób projektowania składu SMA wg metody, którą stosują nasi południowi sąsiedzi. Czy można ją także zastosować w naszych polskich warunkach? – po szczegóły odsyłam do artykułu.

Tymczasem, korzystając z okazji spotkania z Państwem jeszcze w okresie letnim, zapraszam na nasze jesienne seminarium techniczne. Odbędzie się ono w dniach 25–27 października 2017 r. w Hotelu Windsor w Jachrance, a jego tematem będą coraz mniej tajemnicze asfalty wielowymiarowe.

Z życzeniami miłej lektury
Andrzej Wyszyński

Summary:

Presently in Poland, like elsewhere in the EU, paving bitumen is analysed and classified on the basis of the penetration test at 25°C regardless of climate conditions in which it is to be ultimately used. By the end of the last century, a new system of classifying bitumen had been developed and implemented as the result of an American programme called SHRP. The idea behind introducing the new system was to adjust research methods and requirements to real life conditions that paving bitumen would face. The article presents the results of calculations that specify operating temperatures of bitumen binders in the Polish climate conditions. It proposes also how Poland may be divided into climate zones with regard to the performance grade (PG) of bitumen. The suggestions are based on climate data from 69 meteorological stations gathered during at least 20 years. The article advises how to choose the right bitumen basing on the climate conditions prevalent in a given zone in Poland and the adequate level of probability resulting from the road category for which it is to be used.

Dobór rodzaju funkcjonalnego PG asfaltów według metody Superpave w zależności od stref klimatycznych w Polsce

Obecnie w Polsce, podobnie jak i w pozostałych krajach Unii Europejskiej, asfalty drogowe są badane i klasyfikowane głównie w oparciu o wynik oznaczenia penetracji w temperaturze 25°C niezależnie od warunków klimatycznych, w jakich potem mają one pracować w nawierzchni drogowej. Pod koniec ubiegłego wieku w ramach amerykańskiego programu SHRP opracowano i wdrożono nowy system klasyfikacji asfaltów. Ideą wprowadzenia nowego systemu była potrzeba lepszego dostosowania metod badań oraz wymagań dla asfaltów drogowych do rzeczywistych warunków, w jakich pracują te asfalty w nawierzchniach drogowych.

W artykule przedstawiono wyniki analiz obliczeniowych dotyczących wyznaczania temperatur pracy lepszych asfaltowych w polskich warunkach klimatycznych. Podano propozycję podziału terytorium Polski na strefy klimatyczne w zależności od wyznaczonych wartości rodzaju funkcjonalnego PG asfaltów na podstawie danych klimatycznych z 69 stacji meteorologicznych oraz z okresu czasu min. 20 lat. Zaproponowano dobór asfaltu w zależności od strefy klimatycznej w Polsce, a także w oparciu o odpowiedni poziom prawdopodobieństwa wynikający z klasy danej drogi.

Szczegółowa metodyka i wyniki przeprowadzonych analiz zostały przed-

stawione w artykule pt. „Strefy klimatyczne w Polsce w zależności od wyznaczonych wartości rodzaju funkcjonalnego PG asfaltów według metody Superpave”, który został złożony do publikacji w kwartalniku „Roads and Bridges – Drogi i Mosty”.

1. Wprowadzenie

W Polsce, podobnie jak i w pozostałych krajach Unii Europejskiej, asfalty drogowe są badane i klasyfikowane w oparciu o wynik oznaczenia penetracji w 25°C, niezależnie od warunków klimatycznych, w jakich te asfalty muszą pracować po wbudowaniu w nawierzchnię drogową. Zgodnie z obowiązującą normą PN-EN 12591:2010 oprócz badania

penetracji asfalty zwykle klasyfikuje się również na podstawie badań temperatury mięknięcia, temperatury łamliwości Fraassa, temperatury zapłonu, czy też badania rozpuszczalności. W przypadku asfaltów modyfikowanych elastomerem SBS, zgodnie z normą PN-EN 14023:2011/Ap1:2014-04 oprócz badań wymienionych wcześniej są to również badanie nawrotu sprężystego w 25°C, czy też badanie stabilności składowania. W latach 90-tych XX w. w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej opracowano nowy system klasyfikacji asfaltów, którego podstawę stanowią badania funkcjonalne lepszych asfaltowych. Obecnie system ten wprowadzono już w większości stanów USA

[1-14], w Kanadzie [15] oraz w niektórych krajach spoza UE np. Pakistanie [16], czy też Sri Lance [17]. Nowy system klasyfikacji asfaltów nazwany został *Performance Grade* – w skrócie PG, co można tłumaczyć jako „rodzaj funkcjonalny”. Ideą wprowadzenia nowego systemu klasyfikowania asfaltów PG było lepsze dostosowanie typów badań i wymagań do rzeczywistych warunków, w jakich pracują lepiszcza bitumiczne w nawierzchniach drogowych podczas produkcji, transportu, a przede wszystkim podczas eksploatacji nawierzchni. Klasyfikacja asfaltów według PG jest wynikiem programu badawczego SHRP (ang. *Strategic Highway Research Program*), zatwierdzonego przez Kongres USA w roku 1987 [18] celem poprawy jakości i trwałości dróg. Jednym z podstawowych zadań programu SHRP było opracowanie nowych specyfikacji asfaltowych w większym stopniu wiążących ze sobą badania laboratoryjne oraz rzeczywistą pracę asfaltu w nawierzchni. W wyniku prowadzonych analiz powstała metoda Superpave (**S**uperior **P**erforming **A**sphalt **P**avements), która w pierwotnym założeniu miała łączyć trzy elementy: metody badań asfaltów i specyfikacje asfaltowe, system projektowania i analizy mieszanek mineralno-asfaltowych. W metodzie Superpave opracowano metody badań laboratoryjnych lepiszczy asfaltowych np. DSR test (*Dynamic Shear Rheometer Test*), DTT test (*Direct Tension Test*), czy też BBR test (*Bending Beam Rheometer Test*). Opracowane metody badań laboratoryjnych asfaltów wynikły z konieczności określenia właściwości użytkowych asfaltów w temperaturach pracy nawierzchni. Opracowanie specyfikacji asfaltowych polegało na wyznaczeniu temperatur, w których w danej strefie klimatycznej pracuje asfalt i w których asfalt ten musi spełnić określone wymagania funkcjonalne.

Niniejszy artykuł powstał na podstawie prac prowadzonych w Katedrze Inżynierii Drogowej i Transportowej Politechniki Gdańskiej w ramach programu badawczego Rozwój Innowacji

Drogowych (RID-1B) pt. „Asfalty drogowe i modyfikowane w polskich warunkach klimatycznych” [19]. Program badawczy RID-1B realizowany jest w latach 2016–2018 na zlecenie Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) oraz Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA) przez trzy instytucje: Politechnikę Warszawską (instytucja kierująca), Instytut Badawczy Dróg i Mostów oraz Politechnikę Gdańską.

2. Rodzaj funkcjonalny PG asfaltów

Temperatury minimalne i maksymalne nawierzchni są podstawą do przypisania rodzaju funkcjonalnego asfaltu **PG X-Y**, gdzie:

- wartość **X** odpowiada maksymalnej temperaturze pracy asfaltu i obliczana jest jako maksymalna średnia z najwyższych dobowych temperatur warstwy nawierzchni występujących przez kolejne, następujące po sobie 7 dni w roku,
- wartość **Y** jest najniższą temperaturą występującą w danej warstwie asfaltowej.

Minimalny okres analizy wymagany do wyznaczenia temperatur nawierzchni **X** i **Y** wynosi 20 lat. Wartości rodzaju funkcjonalnego PG podawane są z krokiem co 6°C. Klasyfikację asfaltów PG według amerykańskiej normy AASHTO M 320-10 [20] przedstawiono w tablicy 1.

Przykładowo, rodzaj funkcjonalny asfaltu PG 58-16 oznacza, że lepiszcze

asfaltowe wbudowane w daną warstwę asfaltową nawierzchni pracować będzie poprawnie, tzn. bez deformacji trwałych w wysokich temperaturach i bez spękań niskotemperaturowych, przy określonym poziomie prawdopodobieństwa w przedziale temperatur od minimalnie -16°C do maksymalnie +58°C. Dla tak zdefiniowanego zakresu temperatury pracy lepiszcze musi spełnić odpowiednie wymagania, które wynikają z testów laboratoryjnych (DSR i BBR) opracowanych w ramach programu SHRP. Przykładowo, w przypadku górnej temperatury +58°C wymagane jest uzyskanie minimalnej wartości parametru $G^*/\sin\delta$ w badaniu w reometrze dynamicznego ścinania DSR w temperaturze badania +58°C. W przypadku minimalnej temperatury lepiszcze badane w teście reometru zginanej belki BBR musi uzyskać wymagane minimalne wartości parametrów S i m w temperaturze o 10°C wyższej od minimalnej temperatury nawierzchni, czyli jeżeli przykładowa dolna temperatura PG wynosi -16°C to temperatura testu BBR, w której asfalt musi spełnić wymagania wynosi -6°C.

W Polsce pierwsze prace dotyczące możliwości zastosowania klasyfikacji asfaltów w oparciu o rodzaj funkcjonalny PG prowadzone były przez zespół prof. Sybilskiego z Instytutu Badawczego Dróg i Mostów już pod koniec lat 90-tych XX w. [21, 22]. Wynikiem tych prac było opracowanie stref klimatycznych stosowania dane-

Tablica 1. Klasyfikacja asfaltów na podstawie rodzaju funkcjonalnego PG, wg AASHTO M 320-10, [20]

Rodzaj funkcjonalny PG	
PG X – maksymalna temperatura pracy asfaltu, [°C]	PG Y – minimalna temperatura pracy asfaltu, [°C]
< 46	> -34; > -40; > -46;
< 52	> -10; > -16; > -22; > -28; > -34; > -40; > -46;
< 58	> -16; > -22; > -28; > -34; > -40;
< 64	> -10; > -16; > -22; > -28; > -34; > -40;
< 70	> -10; > -16; > -22; > -28; > -34; > -40;
< 76	> -10; > -16; > -22; > -28; > -34;
< 82	> -10; > -16; > -22; > -28; > -34;

go rodzaju funkcjonalnego PG na terytorium Polski. W tamtym czasie analiza została przeprowadzona w oparciu o dane pomiarowe z 59 polskich stacji meteorologicznych z okresu 5 lat (od 1994 do 1998), co stanowiło istotne ograniczenie przeprowadzonych analiz rodzaju funkcjonalnego PG asfaltów. Oryginalna metoda Superpave [18] zakłada, że ze względów statystycznych długość okresu analizy, z jakiego wymagane są dane temperaturowe powietrza nie powinna być krótsza niż 20 lat.

3. Metodyka wyznaczenia maksymalnych i minimalnych temperatur do klasyfikacji PG

Zgodnie z oryginalną metodą Superpave do określenia wymaganych wartości PG na terytorium Stanów Zjednoczonych i Kanady wykorzystano dane z 6096 stacji meteorologicznych, dla których pierwotnie okres pomiaru temperatury wynosił od co najmniej 20 lat do nawet 89 lat. Ze względów praktycznych i statystycznych do wyznaczania rodzaju funkcjonalnego PG ograniczono zakres analizowanych danych do maksymalnie 30 ostatnich lat. W metodzie analizy uwzględniono prawdopodobieństwo wystąpienia minimalnych i maksymalnych temperatur powietrza. Początkowo przyjmowano tylko 2 poziomy prawdopodobieństwa: 50% i 98%. W trakcie dalszych prac i weryfikacji metody dopuszczono stosowanie również innych poziomów prawdopodobieństwa, np. 85%, czy też 95%. Prawdopodobieństwo 50% oznacza, że dana minimalna bądź maksymalna temperatura powietrza może wystąpić co drugi rok. Prawdopodobieństwo 98% oznacza, że minimalna bądź maksymalna temperatura powietrza może wystąpić raz na 50 lat. Przeliczenie temperatury powietrza na temperaturę nawierzchni oparto o teoretyczny model przepływu ciepła i zachowania energii cieplnej w nawierzchni. Model ten został zweryfikowany z pomiarami terenowymi temperatury powie-

trza i nawierzchni, które potwierdziły dużą zbieżność modelu teoretycznego z pomiarami w terenie, jednak badania oparto na stosunkowo niewielkiej liczbie punktów pomiarowych [23, 24]. Do obliczenia górnej (maksymalnej) temperatury PG w danej warstwie asfaltowej zastosowano następującą zależność:

$$T_{max}^d = 54,32 + 0,78 \cdot T_{air} - 0,0025 \cdot \square^2 - 15,14 \cdot \log_{10}(d+25) + z(9 + 0,61(\sigma_{air})^2)^{0,5} \quad (1)$$

gdzie:

- T_{max}^d – maksymalna temperatura w nawierzchni na głębokości d, górna wartość PG, [°C]
- T_{air} – średnia obliczona z maksymalnych średnich 7-dniowych najwyższych temperatur powietrza wyznaczonych w poszczególnych latach, [°C]
- $\square$ – szerokość geograficzna stacji meteorologicznej, [°]
- d – głębokość obliczeniowa temperatury warstwy, zgodnie z rys. 1, [mm]
- σ_{air} – odchylenie standardowe obliczone z maksymalnych średnich 7-dniowych najwyższych temperatur powietrza wyznaczonych w poszczególnych latach, [°C]
- z – wielkość statystyczna, wynikająca z rozkładu normalnego wartości temperatury, np.
 $z = 0$ dla $P = 50\%$,
 $z = 1,04$ dla $P = 85\%$,
 $z = 1,65$ dla $P = 1,65$ oraz
 $z = 2,05$ dla $P = 98\%$.

Do obliczenia dolnej (minimalnej) temperatury PG w danej warstwie asfaltowej zastosowano następującą zależność:

$$T_{min}^d = -1,56 + 0,72 \cdot T_{air} - 0,004 \cdot \square^2 + 6,26 \cdot \log_{10}(d+25) - z \frac{\sigma_{air}^2}{4,4 + 0,52 \cdot \sigma_{air}^2} \quad (2)$$

gdzie:

- T_{min}^d – minimalna temperatura nawierzchni na głębokości d, [°C]
- T_{air} – średnia obliczona z minimalnych rocznych temperatur powietrza, [°C]
- $\square$ – szerokość geograficzna stacji meteorologicznej, [°]

- d – głębokość obliczeniowa temperatury warstwy, zgodnie z rys. 1, [mm]
- σ_{air} – odchylenie standardowe obliczone z minimalnych rocznych temperatur powietrza w poszczególnych latach, [°C]
- z – wielkość statystyczna, wynikająca z rozkładu normalnego temperatury, wartości analogicznie jak dla temperatury maksymalnej.

Głębokość obliczeniową temperatury warstwy d należy dobierać w przypadku określenia maksymalnej temperatury poziom o 20 mm od powierzchni w głąb danej warstwy, natomiast w przypadku określenia minimalnej temperatury jako powierzchnię danej warstwy.

Do analizy rozkładu temperatury na grubości warstw asfaltowych przyjęto typowe konstrukcje nawierzchni zgodnie z *Katalogiem typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych* [25] – typ A1 (z podbudową zasadniczą z mieszanki niezwiązanej z kruszywem $C_{90/3}$). Dla ruchu lekkiego jako reprezentatywną przyjęto typową konstrukcję nawierzchni dla kategorii ruchu KR2, dla ruchu średniego – KR4 i dla ruchu ciężkiego – KR6.

4. Analiza temperatury powietrza w Polsce

4.1 Dane pomiarowe wykorzystane do analizy

Dane temperaturowe wymagane do obliczenia rodzaju funkcjonalnego PG asfaltów uzyskano z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW). Dane te obejmowały wszystkie dostępne stacje meteorologiczne zlokalizowane na terytorium Polski oraz okres pomiaru danych klimatycznych od 1 stycznia 1986 roku do 31 grudnia 2015 roku. Ostatecznie do dalszych analiz przyjęto 61 stacji meteorologicznych zlokalizowanych równomiernie na terytorium Polski. Z bazy tej wyznaczono minimalne i maksymalne temperatury powietrza w kolejnych latach od 1986 do 2015 r.

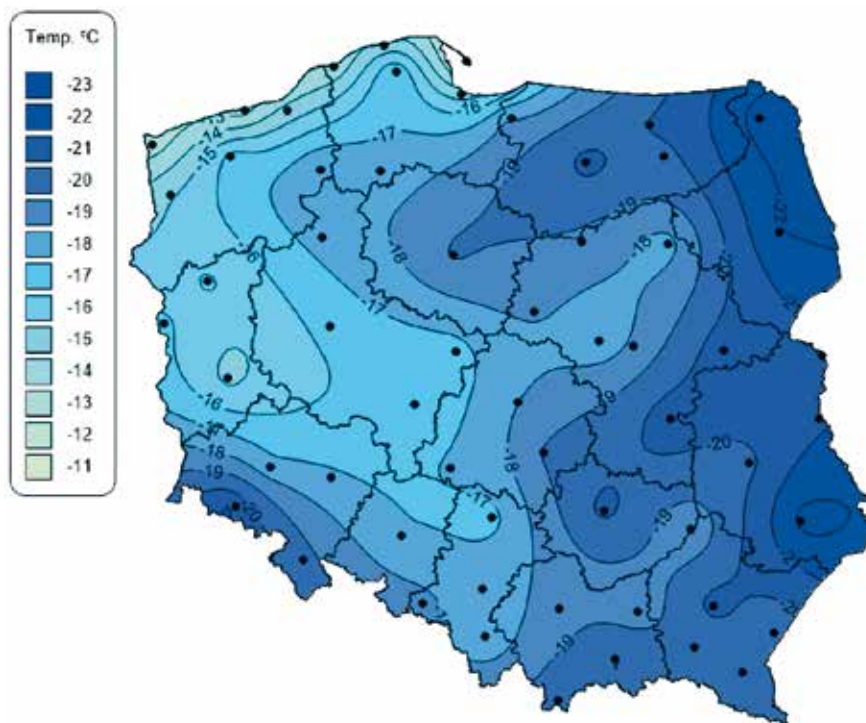
4.2 Minimalna i maksymalna temperatura powietrza

Minimalna wartość temperatury powietrza wyznaczana była jako najniższa zarejestrowana temperatura powietrza w każdym analizowanym roku. Na rysunku 1a przedstawiono mapę z wynikami obliczeń średniej z minimalnych temperatur powietrza dla poszczególnych stacji meteorologicznych w Polsce. Przedział temperatur minimalnych wynosi od -11°C w pasie nadmorskim do -22°C na Podlasiu i Lubelszczyźnie.

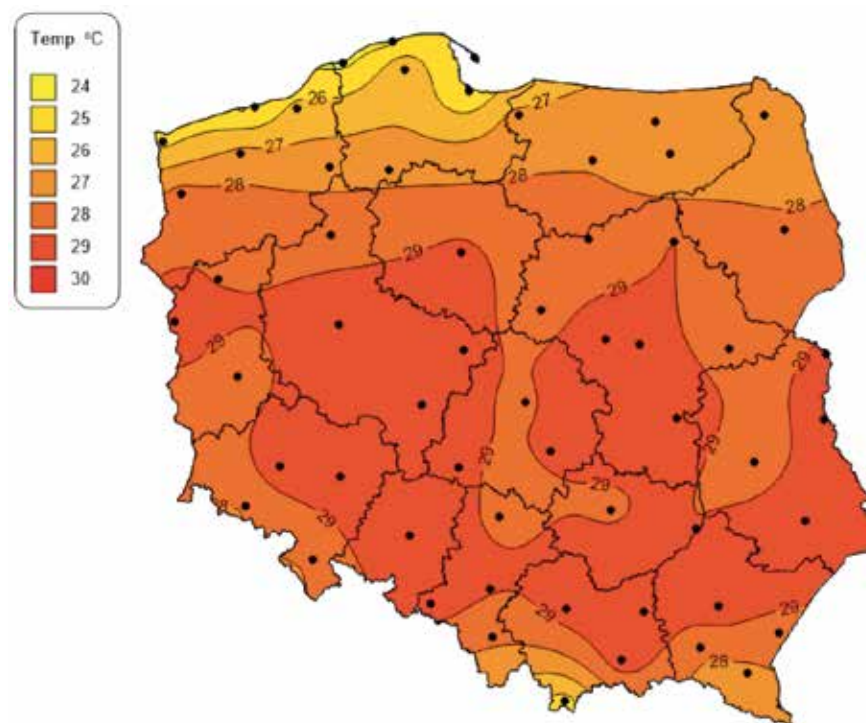
Maksymalne wartości temperatury powietrza wyznaczano jako średnią ruchomą z obliczanych najwyższych temperatur powietrza w ciągu następujących po sobie 7 kolejnych dni. Mapę z wynikami obliczeń maksymalnych temperatur powietrza dla poszczególnych stacji meteorologicznych w Polsce przedstawiono na rysunku 1b. Przedział temperatur maksymalnych wynosi od 24°C w pasie nadmorskim do 30°C na znacznym obszarze części centralnej i południowej Polski.

4.3 Dobór poziomu prawdopodobieństwa

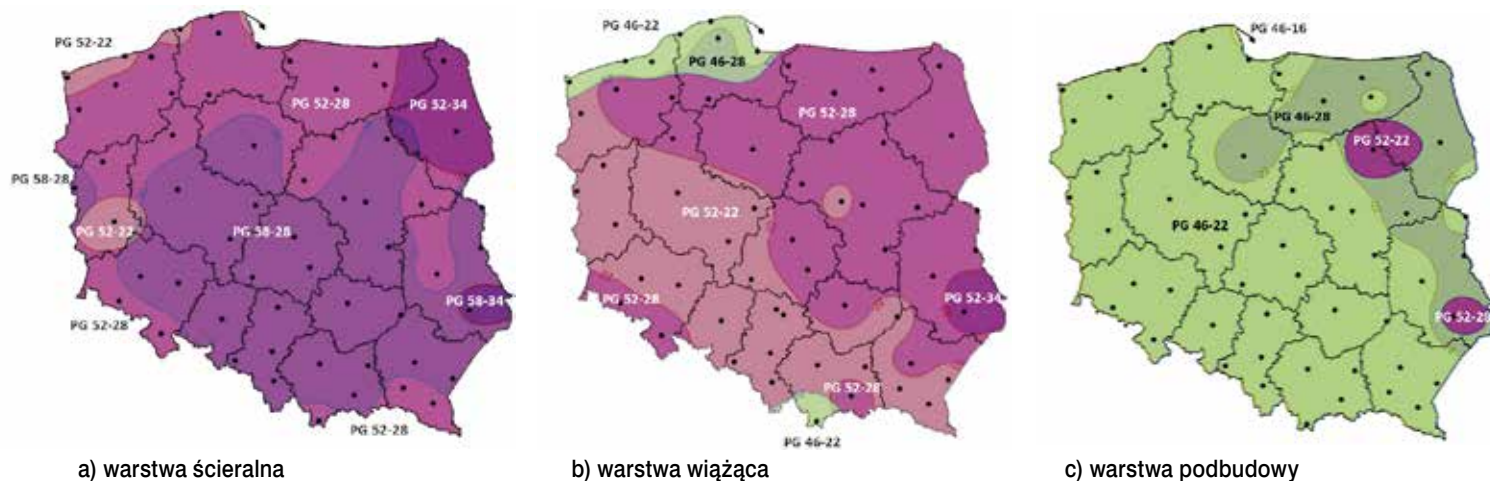
Dobór właściwego poziomu prawdopodobieństwa dla danej klasy technicznej drogi powinien uwzględniać aspekt ryzyka wystąpienia temperatur bardziej niekorzystnych i wynikających z tego



Rys. 1a. Zakresy temperaturowe wyznaczone na podstawie wartości średnich z minimalnych rocznych temperatur powietrza z okresu 30 lat



Rys. 1b. Zakresy temperaturowe wyznaczone na podstawie maksymalnych średnich 7-dniowych z najwyższych temperatur powietrza z okresu 30 lat



Rys. 2. Strefy klimatyczne doboru rodzaju funkcjonalnego PG asfaltów dla autostrad i dróg ekspresowych, poziom prawdopodobieństwa $P = 98\%$



Rys. 3. Strefy klimatyczne doboru rodzaju funkcjonalnego PG asfaltów dla pozostałych dróg o kategorii ruchu KR3–KR7, poziom prawdopodobieństwa $P = 80\%$

konsekwencji dla stanu nawierzchni, ale również aspekt ekonomiczny i możliwości technologiczne produkcji asfaltów spełniających wymagania dla danych wartości PG. Przyjęcie większego poziomu prawdopodobieństwa powoduje konieczność produkcji droższych asfaltów (np. asfaltów modyfikowanych), ale jednocześnie będzie skutkowało mniejszym prawdopodobieństwem powstania spękań niskotemperaturowych i kolein. Podczas prac prowadzonych na Politechnice Gdańskiej opracowano rodzaj funkcjonalny PG asfaltów dla różnych poziomów prawdopo-

dobieństwa: 50%, 80%, 85%, 90%, 95%, 98%. Ocenie poddano m.in. wpływ przyjętego poziomu prawdopodobieństwa na obecną dostępność asfaltów na polskim rynku. Wstępnie zaproponowano, aby przyjąć dla Polski następujące poziomy prawdopodobieństwa do wyznaczenia rodzaju funkcjonalnego asfaltów:

$P = 98\%$ dla autostrad i dróg ekspresowych,

$P = 80\%$ dla pozostałych dróg o kategorii ruchu KR3–KR7,

$P = 50\%$ dla pozostałych dróg o kategorii ruchu KR1–KR2.

5. Wyznaczenie stref klimatycznych na terytorium Polski na podstawie temperatur nawierzchni

Strefy wyznaczono osobno dla poszczególnych klas dróg i odpowiadających im poziomów prawdopodobieństwa oraz osobno dla poszczególnych warstw asfaltowych: ścieralnej, wiążącej i podbudowy. Strefy klimatyczne doboru rodzaju funkcjonalnego PG dla autostrad i dróg ekspresowych ($P = 98\%$) przedstawiono na rysunku 2. Strefy klimatyczne doboru ro-

dzaju funkcjonalnego PG dla pozostałych dróg o kategorii ruchu KR3–KR7 ($P = 80\%$) przedstawiono odpowiednio na rysunku 3, natomiast dla pozostałych dróg o kategorii ruchu KR1–KR2 ($P = 50\%$) na rysunku 4.

Rodzaje asfaltów dostępne na polskim rynku według klasyfikacji PG

Na podstawie przeprowadzonych analiz obliczeniowych i wyznaczonych stref klimatycznych wymaganego rodzaju funkcjonalnego PG asfaltów przygotowano porównanie wymaganych i dostępnych w Polsce asfaltów w zależności od klasyfikacji PG. Porównanie to dla warstwy ścieralnej i przykładowych poziomów prawdopodobieństwa 98%, 80% oraz 50% przedstawiono w tabelcy 2.

Przedstawione w tabelcy 2 zestawienie dla warstwy ścieralnej wymaganych i dostępnych asfaltów według rodzaju funkcjonalnego PG wyraźnie pokazuje brak na polskim rynku asfaltów PG 58-34 oraz PG 58-28. Zgodnie z klasyfikacją PG i procedurą obliczania rodzaju funkcjonalnego według metody Superpave produkowane obecnie (dane z roku 2016) asfalty, zarówno zwykłe, jak i modyfikowane, nie spełniają wymagań polskiego klimatu dla autostrad i dróg ekspresowych (poziom prawdopodobieństwa 98%). W przypadku pozostałych dróg KR3–KR7 (poziom prawdopodobieństwa 80%) brak jest asfaltu zwykłego, przy dostępnym na rynku asfalcie modyfikowanym PmB 65/105-60 (PG 64-28). Należy przy tym wyraźnie zaznaczyć, że wiąże się to przede wszystkim z niewystarczającą odpornością produkowanych asfaltów na niskie, zimowe temperatury, jakie występują w polskim klimacie.

Podniesienie górnej wartości temperatury PG X ze względu na obciążenie ruchem drogowym

W metodzie Superpave [18] zwiększone obciążenie ruchem drogowym jest uwzględniane poprzez podniesienie



Rys. 4. Strefy klimatyczne doboru rodzaju funkcjonalnego PG asfaltów dla pozostałych dróg o kategorii ruchu KR1–KR2, poziom prawdopodobieństwa $P = 50\%$

Tabelca 2. Zestawienie wymaganych i dostępnych asfaltów według rodzaju funkcjonalnego PG dla warstwy ścieralnej oraz dostępnych na polskim rynku, według danych jednego z producentów na rok 2016 [26]

Wymagane PG wg przeprowadzonych analiz	Autostrady i drogi ekspresowe $P = 98\%$	Pozostałe drogi kategorii ruchu KR3–KR7 $P = 80\%$	Pozostałe drogi kategorii ruchu KR1 i KR2 $P = 50\%$
	Dostępne rodzaje asfaltów, wg jednego z polskich producentów, dane na rok 2016 [26]		
PG 58-34	Brak		
PG 58-28	Brak		
PG 52-28	Brak, PmB 65/105-60 (PG 64-28)	Brak, PmB 65/105-60 (PG 64-28)	
PG 52-22	70/100 (PG 58-22) 50/70 (PG 64-22) PmB 25/55-60 (PG 76-22) PmB 45/80-55 (PG 70-22) PmB 45/80-65 (PG 72-22)	70/100 (PG 58-22) 50/70 (PG 64-22) PmB 25/55-60 (PG 76-22) PmB 45/80-55 (PG 70-22) PmB 45/80-65 (PG 72-22)	70/100 (PG 58-22) 50/70 (PG 64-22) PmB 25/55-60 (PG 76-22) PmB 45/80-55 (PG 70-22) PmB 45/80-65 (PG 72-22)
PG 52-16	wszystkie jw.	wszystkie jw.	20/30 (PG 82-16) 35/50 (PG 70-16, 76-16) 70/100 (PG 58-22) 50/70 (PG 64-22) wszystkie PmB
PG 46-22	wszystkie jw.	wszystkie jw.	70/100 (PG 58-22) 50/70 (PG 64-22) wszystkie PmB jw.
PG 46-16	wszystkie jw.	35/50 (PG 70-16) wszystkie jw.	20/30 (PG 82-16) 35/50 (PG 70-16, 76-16) 70/100 (PG 58-22) 50/70 (PG 64-22) wszystkie PmB jw.

górnej temperatury PG X, co wynika z wpływu, jaki ma ta temperatura na zwiększenie ryzyka powstania deformacji trwałych warstw asfaltowych. W zależności od przewidywanego ruchu projektowego oraz średniej prędkości pojazdów górna wartość temperatury PG X jest podnoszona o 1 lub 2 poziomy, czyli odpowiednio o 6°C lub 12°C. Możliwość podniesienia wartości PG X zależy od decyzji zarządcy drogi.

Podsumowanie i wnioski

Podsumowując przeprowadzone prace i analizy można sformułować następujące wnioski:

Na podstawie danych meteorologicznych z 61 stacji działających nieprzerwanie w okresie od 20 do 30 lat określono przedziały temperatur pracy nawierzchni asfaltowych, uwzględniając rozkład temperatury na głębokości nawierzchni (tj. dla warstwy ścieralnej, wiążącej i podbudowy oddzielnie). Uzyskano podział terytorium Polski na strefy klimatyczne w zależności od wyznaczonych wartości rodzaju funkcjonalnego asfaltów na podstawie danych klimatycznych.

Ostatecznie przyjęto następujące poziomy prawdopodobieństwa do określania stref klimatycznych doboru rodzaju funkcjonalnego PG w Polsce:

- P = 98% dla autostrad i dróg ekspresowych,
- P = 80% dla pozostałych dróg o kategorii ruchu KR3–KR7,
- P = 50% dla pozostałych dróg o kategorii ruchu KR1–KR2.

Dobór rodzaju funkcjonalnego asfaltów oprócz klimatu może dodatkowo uwzględnić obciążenie nawierzchni ruchem. Jednak decyzja o podniesieniu wartości PG X o jedną lub dwie klasy należy ostatecznie do zarządcy drogi.

Przedstawione zestawienie dla warstwy ścieralnej wymaganych i dostępnych asfaltów klasyfikowanych według rodzaju funkcjonalnego PG wyraźnie pokazuje brak na polskim rynku asfaltów PG 58-34 oraz PG 58-28, jakie są wymagane dla poziomu prawdopodobieństwa 98% dla autostrad i dróg ekspresowych. Wiąże się to przede wszystkim

z niewystarczającą odpornością produkowanych asfaltów na niskie, zimowe temperatury, jakie występują w polskim klimacie. ■

W prace nad doбором rodzaju funkcjonalnego PG asfaltów w polskich warunkach klimatycznych duży wkład miał śp. prof. Józef Judycki.

Spis literatury:

- [1] Asphalt Binder and Mix Specification Update Reference Guide. Iowa Department of Transportation, Asphalt Paving Association of Iowa, 2016.
- [2] Santucci L., *Performance Graded (PG) Polymer Modified Asphalts in California*. University of California Berkeley, 2006.
- [3] Guideline for the Design and Use of Asphalt Pavements for Colorado Roadways. Colorado Asphalt Pavement Association, January 2006.
- [4] Pavement Technology Advisory – Performance Graded Binder Materials for Hot Mix Asphalt – PTA-D4, Design, Construction and Materials. Illinois Department of Transportation (Eff. 02/2005) Bureau of Materials and Physical Research, 2005.
- [5] Local Agency Programs Hot Mix Asphalt (HMA) Selection Guidelines. Michigan Asphalt Pavement Association, 2009.
- [6] Comprehensive Guide to PG Asphalt Binder Selection in Minnesota. Minnesota Asphalt Pavement Association, 2008.
- [7] Characterisation of Nevada's Binders and Low Temperature Properties of Mixtures Using SHRP Tests. Part II Characterization of Nevada's Binders Using SuperPave Technology. NDOT Research Report, Report No RDT99-002, 1999.
- [8] Evaluation of Plus Grades of Performance Graded (PG) Asphalt Binder. Research Bureau, New Mexico Department of Transportation, Report NM14-MSC-01-008, 2014.
- [9] Leahy R. B., Cramer S. B., *Superpave Binder Implementation Final Report SPR 353*. Oregon State University, January 1999.
- [10] Prowell B. D., *Selection and Evaluation of Performance-Graded Asphalt Binders for Virginia, Final Report*. Virginia Transportation Research Council, Virginia Department of Transportation and the University of Virginia, June 1999.
- [11] Leahy R. B., Briggs R. N., *Superpave – Washington DOT's Assessment and Status, Report No. WA-RD 486.1*. Washington Department of Transportation, December 1999.
- [12] Guide for Specifying Asphalt Pavements for Local Governments (Using INDOT Standard Specifications Section 402). Asphalt Pavement Association of Indiana, 2009.
- [13] Nam K., Bahia H. U., *Development of Guidelines for PG Binder Selection for Wisconsin, WisDOT Highway Research Study 0092-01-01*. University of Wisconsin – Madison, Wisconsin Department of Transportation, December 2004.
- [14] Floyd J., Golden K., McMurry R., *Standard Specifications Construction of Transportation Systems*. Georgia Department of Transportation, April 2013.
- [15] Mills B. N., Tighe S. L., Andrey J., Smith J. T., Huen K., *Climate Change Implications for Flexible Pavement Design and Performance in Southern Canada*. „Journal of Transportation Engineering”, ASCE, October 2009.
- [16] Waseem Mirza M., Abbas Zahid, Ali Rizvi M., *Temperature Zoning of Pakistan for Asphalt Mix Design*. Pak. J., Engg. & Appl. Sci. Vol. 8, Jan. 2011 (p. 49-60).
- [17] Mamppearachchi W. K., Mihirani G. S., Binduhewa B. W. P., Lalithya G. D. D., *Review of Asphalt Binder Grading Systems for Hot Mix Asphalt Pavements in Sri Lanka*. University of Moratuwa, 2012.
- [18] Superpave Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing. Asphalt Institute, Superpave Series No. 1 (SP-1), 1995.
- [19] Jaskuła P., Pszczoła M., Judycki J., Ryś D., Dołycki B., Jaczewski M., *Asfalty drogowe i modyfikowane w polskich warunkach klimatycznych. Zadanie 1: ocena warunków klimatycznych Polski w aspekcie doboru rodzaju funkcjonalnego asfaltu do warstw nawierzchni drogowych*. Raport badawczy z Zadania 1, grantu RID nr: OT1-1B/PW-PG-IBDiM. Politechnika Gdańska, grudzień 2016.
- [20] AASHTO M 320-10: Standard Specification for Performance Graded Asphalt Binder.
- [21] Sybilski D., Mirski K., *Dobór asfaltu do nawierzchni w polskich warunkach klimatycznych z uwzględnieniem procedur SHRP/Superpave*. Referaty VI Międzynarodowa Konferencja „Trwale i Bezpieczne Nawierzchnie Drogowe”. Kielce, 9–10 maja 2000.
- [22] Sybilski D., *Zastosowanie metod SHRP do oceny nawierzchni dróg w Polsce*. Zeszyt 50: „Studia i materiały”. Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa 2000. ISSN 0239-8575.
- [23] Solaimanian M., Bolzan P., *Analysis of the Integrated Model of Climatic Effects on Pavements*. Report No. SHRP-A-637, Strategic Highway Research Program. National Research Council, Washington, D.C., 1993.
- [24] Solaimanian M., *Development of SHRP Asphalt Research Program Climatic Databases*. Report SHRP-A-685, Strategic Highway Research Program. National Research Council, Washington, D.C., 1994.
- [25] GDDKiA, *Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych*. Zarządzenie nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.
- [26] Orlen Asfalt, *Poradnik Asfaltowy* 2016.
- [27] Pszczoła M., Ryś D., Jaskuła P., *Strefy klimatyczne w Polsce w zależności od wyznaczonych wartości rodzaju funkcjonalnego PG asfaltów według metody Superpave*. „Roads and Bridges – Drogi i Mosty”. Artykuł przekazany do publikacji.

Pszczoła Marek; Ryś Dawid; Jaskuła Piotr
Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Drogowej i Transportowej
mpszczol@pg.edu.pl; dawrys@pg.edu.pl; piask@pg.edu.pl;

Summary:

So far, if you wanted to make a good SMA mix (i.e. complying with the specification requirements) in a laboratory, you usually had to make a couple of attempts and test it many times. Despite that, even when the final composition is achieved, it leaves the designer uncertain as to the reasons why it behaves in a given way or in what way modifications in grading impact the parameters. The mix may comply with the specification yet still it is frequently hard to determine which factors were crucial in creating the right mix. According to the authors, one of the reasons is that designing the SMA grading in Poland is based only on evaluating the grading curve. The article shows a way to design the composition of SMA developed by southern neighbours of Poland. A test conducted in laboratory conditions proved that this method is viable in Polish conditions as well and the results are positive.

Ustalanie składu mieszanki SMA

Dotychczasowa praktyka projektowania mieszanek SMA dowodzi, że uzyskanie dobrej (tzn. spełniającej wymagania specyfikacji) mieszanki w laboratorium wymaga najczęściej co najmniej kilku „podejść” i wielokrotnego powtarzania prób. Mimo tego, nawet po uzyskaniu końcowego składu, projektant w dalszym ciągu „nie czuje” przyczyn jej zachowania i wpływu zmian w uziarnieniu na parametry. Nawet jeśli mieszanka spełnia wymagania specyfikacji, często trudno jest określić, jakie były kluczowe czynniki, które spowodowały, że akurat ten wariant okazał się najlepszy. Zdaniem autorów, jedną z przyczyn tego stanu rzeczy jest stosowany w Polsce sposób projektowania uziarnienia SMA opierający się wyłącznie na obserwacjach krzywej uziarnienia. W artykule przedstawiono sposób projektowania składu SMA wg metody zdefiniowanej przez naszych południowych sąsiadów. Wykonana w laboratorium próba wykazała, że jest możliwe zastosowanie jej także w naszych krajowych warunkach technicznych, a uzyskane wyniki są pozytywne.

Stosowane w Polsce metody projektowania składu mieszanek mineralno-asfaltowych są bardzo proste. Można nawet pokusić się o stwierdzenie, że nie są to tak naprawdę metody, ale wyłącznie procedury doboru składników. Uwaga ta w szczególności dotyczy projektowania mieszanki SMA, która charakteryzuje się specyficznym sposobem tworzenia szkieletu grynowego i mastyksu.

O tym, czy mamy metodę projektowania, czy też nie, niech zaświadczy prosty test. Wyobraźmy sobie sytuację, że mieszankę SMA ma zaprojektować osoba bez dużej wiedzy. Jakich wskazówek jej udzielimy, żeby w możliwie krótkim czasie uzyskała dobry wynik? Sprawa nie wydaje się prosta, ponieważ nasze procedury nie zawierają żadnych wytycznych i wskazówek, które w spo-

sób obiektywny i klarowny prowadziłyby projektanta mieszanki do szczerliwego finału.

Praktyka dowodzi, że uzyskanie dobrej (tzn. spełniającej wymagania specyfikacji) mieszanki SMA w laboratorium wymaga najczęściej co najmniej kilku „podejść” i wielokrotnego powtarzania prób. Mimo tego, nawet po n-tym przeprojektowaniu tej samej mieszanki SMA, projektant w dalszym ciągu „nie czuje” przyczyn jej zachowania. Finalnie, nawet jeśli mieszanka spełnia wymagania SST, trudno jest określić, jakie były kluczowe czynniki, które spowodowały, że akurat ten wariant okazał się najlepszy. Zdaniem autorów tego artykułu, jedną z przyczyn tego stanu rzeczy jest stosowany w Polsce sposób projektowania uziarnienia SMA opierający się wyłącz-

nie na obserwacjach krzywej uziarnienia (najczęściej na ekranie monitora komputerowego). Z takiej analizy niestety nie wynikają żadne wnioski dotyczące np. wpływu zawartości ziaren niekształtnych w mieszanke. Podczas projektowania nie stosujemy ponadto znanych zasad sterujących właściwościami fizycznymi SMA. Zasady te można znaleźć w wielu publikacjach zagranicznych lub w języku polskim w książce „SMA. Teoria i praktyka” wydanej w 2007 r. [Błażejowski, 2007].

Specyfika mieszanki SMA wymaga innego podejścia do jej projektowania. W niektórych krajach część metod stosowanych do projektowania składu SMA została opracowana kosztem dużego nakładu sił i środków na prace badawcze i koncepcyjne (np. w USA czy

Holandii). Stosuje się tam także specyficzne wyposażenie (np. prasę żyratorową w Holandii), choć trzeba przyznać, że czasami wyposażenie nie musi być bardzo drogie (jak np. do metody amerykańskiej).

Niemniej jednak są metody, które wykorzystują dokładnie ten sam sprzęt laboratoryjny, jakiego używamy w Polsce. Przykładem jest metoda stosowana przez naszych południowych sąsiadów. W tekście nazywamy ją umownie „metodą czeską”, choć bardziej prawidłowe byłoby nazwanie jej metodą „czeskosłowacką”.

Zważywszy na słabości naszej krajowej procedury, wykonaliśmy w laboratorium eksperyment, aby:

- sprawdzić, czy jest możliwe takie zaprojektowanie SMA metodą „czeską”, aby spełniała ona jednocześnie wymagania polskich specyfikacji,
- dokonać porównania tak zaprojektowanej „czeskiej” mieszanki SMA z inną „polską” o podobnym uziarnieniu.

Do badań wykorzystano krzywe uziarnienia oraz wymagania wobec SMA wg CSN EN 13108-5 (czeski załącznik krajowy do normy 13108-5).

Inne założenia do prac w laboratorium:

- Lepiszczce: asfalt modyfikowany ORBITON 45/80-55,
- Energia ubijania próbek: 2x50,
- Krzywe uziarnienia: SMA 11 S wg CSN EN 13108-5,
- Kruszywa: gąbros, bazalt, mączka wapienna,
- Gęstość $m = 2.835 \text{ Mg/m}^3$, stąd współczynnik korekty zawartości asfaltu $\alpha = 0.935$,
- Metody badań wg EN 12697-x.

Założenia metody „czeskiej”

Metoda ta opiera się na dwóch znanych zasadach projektowania mieszanki mineralnej SMA:

- zawartość kruszywa grubego steruje zawartością wolnych przestrzeni w szkieletcie,
- w mieszankach kruszyw – tzw. systemach dwuskładnikowych – możli-

we jest znalezienie takich proporcji materiałów, dzięki którym można określić moment utworzenia szkieletu z grubych ziaren.

W tej metodzie najważniejszym parametrem w analizowanych wariantach uziarnienia mieszanki SMA jest zawartość kruszywa większego od 4 mm. Procedura została dokładnie opisana w książce „SMA. Teoria i praktyka”, stąd też tutaj przedstawiamy jedynie jej skrócony opis.

Metoda składa się z dwóch faz:

- krok 1: badania wariantów i wybór optymalnej mieszanki mineralnej,
- krok 2: dobór najlepszej zawartości lepiszcza do mieszanki mineralnej wybranej w kroku 1.

Startujemy

Na początku dysponujemy wyłącznie granicznymi krzywymi uziarnienia projektowanej mieszanki SMA oraz przesiewami kruszyw. Na tej podstawie projektujemy pierwszą (próbną) krzywą uziarnienia mieszanki – jest to krzywa intuicyjna, którą projektant uważa za optymalną. Nazwiemy ją „referencyjną” oraz oznaczmy jako krzywą nr 3.

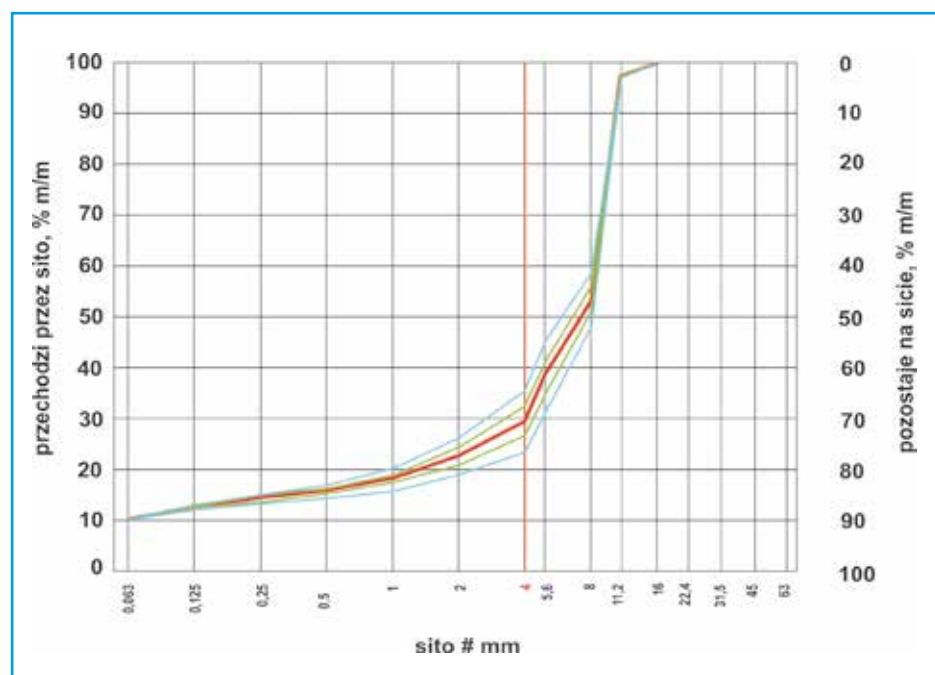
Warianty uziarnienia

Dla krzywej uziarnienia nr 3 konstruujemy 4 nowe warianty uziarnienia, bazując na zmianach przesiewu przez sito #4 mm mieszanki nr 3 (czyli zmiany zawartości frakcji 4/11) o $\pm 3\%$ oraz o $\pm 6\%$:

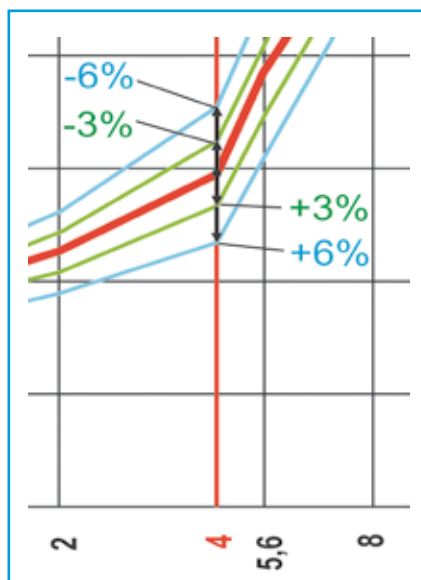
- krzywa 1 – mieszanka referencyjna nr 3 minus 6% frakcji $> 4 \text{ mm}$
- krzywa 2 – mieszanka referencyjna nr 3 minus 3% frakcji $> 4 \text{ mm}$
- krzywa 3 – mieszanka referencyjna nr 3
- krzywa 4 – mieszanka referencyjna nr 3 plus 3% frakcji $> 4 \text{ mm}$
- krzywa 5 – mieszanka referencyjna nr 3 plus 6% frakcji $> 4 \text{ mm}$

Zawartość wypełniacza pozostawiono bez zmian (stała w każdym wariantcie = 10%). Proporcje wewnątrz frakcji 4/11 mm były takie same we wszystkich wariantach. Na rys. 1 przedstawiono wszystkie krzywe uziarnienia badane w laboratorium.

Istota zmiany położenia badanych krzywych zaprezentowana jest na rys. 2. Zwiększanie lub zmniejszanie zawartości frakcji ziaren większych od 4 mm powoduje odpowiednie zmiany w po-



Rys. 1. Krzywe uziarnienia nr 1÷5



Rys. 2. Zmiany w położeniu krzywej uziarnienia na sicie #4.0 mm (zmiany zawartości frakcji 4/11 mm w mieszance mineralnej)

łożeniu krzywych uziarnienia. Podczas zmniejszania lub zwiększania zawartości frakcji 4/11 mm odpowiednio zmieniano zawartość frakcji 0.063/4 mm, pozostawiając zawartość wypełniacza bez zmian (10% m/m).

Badania mieszanek nr 1÷5

Dalsze działania prowadzą do wybrania najlepszej spośród 5 krzywych uziarnienia. Dla każdej z mieszanek nr 1÷5 wykonano próbki o stałej zawartości asfaltu ok. 6.2%, wstępnie (intuicyjnie, bez badań) założonej jako ilość optymalna. Zgodnie z metodą nie jest to jednak optymalna (czyli końcowa) zawartość asfaltu, służy ona wyłącznie do wykonania badań porównawczych między mieszankami mineralnymi o uziarnieniu 1÷5 i wyboru tej najlepszej. Próbkę SMA (nr 1÷5) zostały poddane badaniom cech objętościowych i mechanicznych:

- stabilności wg Marshalla (S) – uważa: wg polskich wymagań nie bada się tej właściwości,
- zawartości wolnych przestrzeni w SMA (Vm),
- zawartości wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej (VMA),

- wypełnienia asfaltem wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej (VFB).

Przypomnijmy, że celem tej fazy badania był wybór właściwej krzywej uziarnienia, a nie finalnej mieszanki SMA! W tabelicy 1 przedstawiono wyniki uzyskane dla mieszanek 1÷5.

Podstawowe parametry z tabelicy 1 analizowane były następnie na wykresach przedstawionych na rys. 3. Wszystkie parametry analizowano w funkcji zawartości kruszywa > 4 mm, a nie jak to było do tej pory praktykowane – w funkcji zawartości asfaltu (ta, jak napisaliśmy, była stała i wynosiła 6.2%).

Na wykresach widać, że wzrost zawartości grubych ziaren powoduje spadek stabilności wg Marshalla oraz zmniejszenie się wypełnienia wolnych przestrzeni asfaltem. Przy stałej zawartości asfaltu w mie-

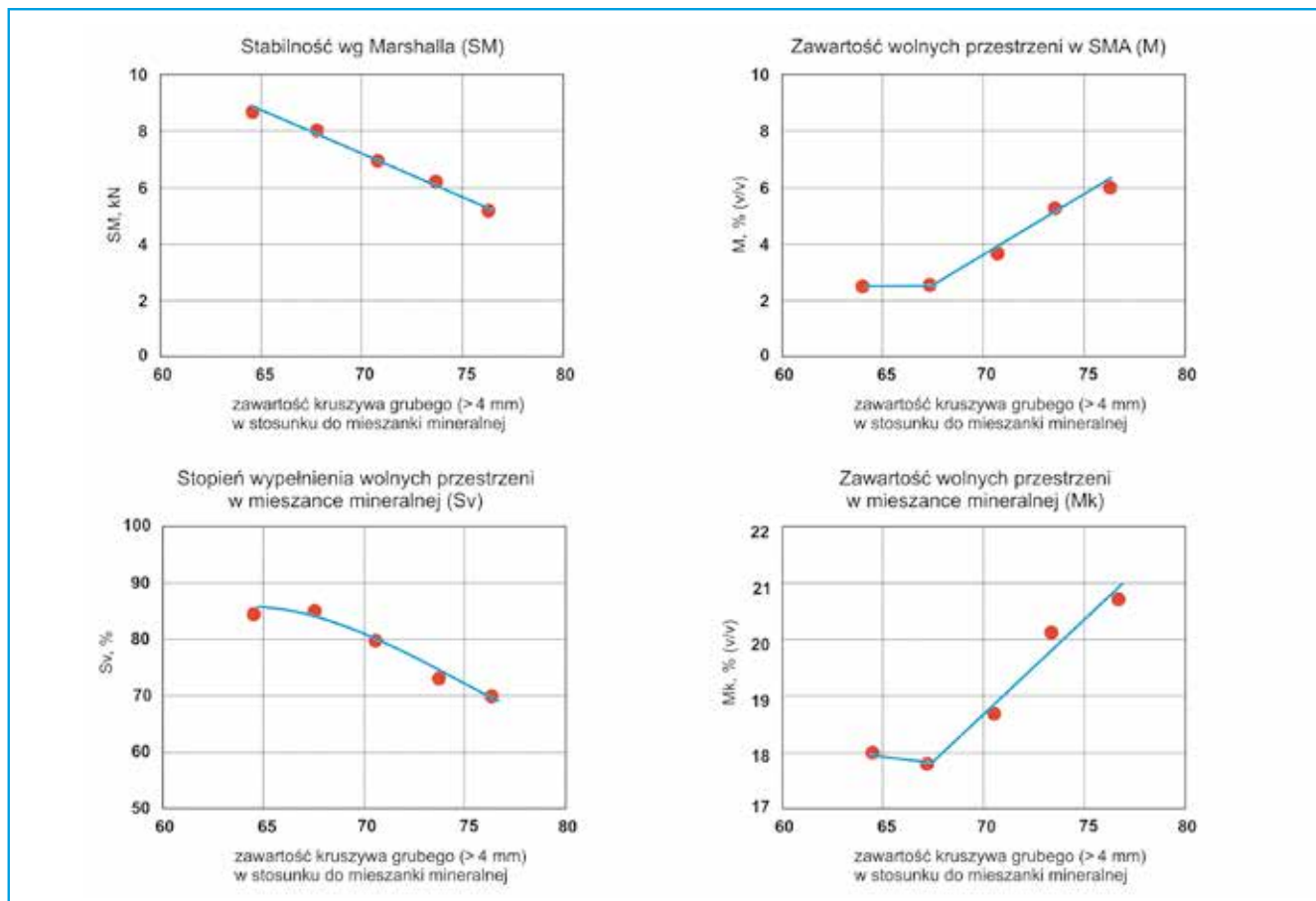
szankach oznacza to, że objętość wolnych przestrzeni między ziarnami kruszywa zwiększa się. Potwierdza to znaną zasadę o wpływie uziarnienia (ilości ziaren grubych) na wolne przestrzenie w mieszance mineralnej. Najciekawsze są jednak dwa wykresy, w których przebieg zależności f (parametr) charakteryzuje się pewnym „złamaniem”. W obydwu przypadkach chodzi o zawartość wolnych przestrzeni – w mieszance mineralnej i w mieszance mineralno-asfaltowej.

Interpretacja wykresów

Warto się zastanowić, dlaczego powstały takie „złamania” krzywych na wykresach Vm i VMA oraz jak można to zjawisko interpretować. Spróbujmy prześledzić to na przykładzie. Założmy, że podzielimy naszą mieszankę mineralną SMA na dwie

Tabela 1. Wyniki badań próbek SMA (mieszanki mineralnej 1÷5, asfalt 6.2%)

Właściwości	Jednostka	Wyniki w zależności od ilości kruszywa grubego/numer mieszanki				
		1	2	3	4	5
		- 6% fr. > 4 mm	- 3% fr. > 4 mm	referencyjna	+ 3% fr. > 4 mm	+ 6% fr. > 4 mm
Objętość asfaltu	[% v/v]	15.3	15.2	14.9	14.7	14.5
Zawartość kruszywa grubego (> 4 mm)	[% m/m]	64.6	67.6	70.6	73.6	76.6
Zawartość kruszywa grubego (> 2 mm)	[% m/m]	73.6	75.6	77.6	79.6	81.5
Gęstość (dawniej gęstość objętościowa)	[Mg/m ³]	2.573	2.566	2.554	2.559	2.548
Gęstość objętościowa (dawniej gęstość strukturalna)	[Mg/m ³]	2.504	2.497	2.458	2.423	2.390
Stabilność wg Marshalla	[kN]	8.5	8.0	6.8	6.2	5.3
Gęstość mieszanki mineralnej	[Mg/m ³]	2.862	2.852	2.835	2.842	2.828
Zawartość wolnych przestrzeni w mieszance mineralno-asfaltowej	[% v/v]	2.7	2.7	3.8	5.3	6.2
Zawartość wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej	[% v/v]	18.0	17.9	18.7	20.0	20.7
Wypełnienie lepisszczem wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej	[%]	85.1	84.9	79.8	73.5	70.1



Rys. 3. Wykresy podstawowych zależności fizycznych mieszanek 1+5 w funkcji zawartości kruszywa grubego > 4 mm

części: do 4 mm i powyżej 4 mm. Mamy więc mieszaninę dwóch składników (kruszyw 0/4 i 4/11), a więc kruszywa drobnego i grubego (umownie). Jak wyglądałby wykres zależności wolnych przestrzeni w takiej mieszaninie w funkcji zawartości kruszywa grubego? Prześledźmy po kolei proces zilustrowany na rys. 4.:

- Na początku mamy 100% kruszywa drobnego i 0% kruszywa grubego. Naturalne jest, że między ziarnami drobnymi są wolne przestrzenie (duża liczba o małych rozmiarach).
- Teraz zaczynamy dodawać grube ziarna, a każde pojedyncze ziarno grube o pewnej objętości zamienia odpowiadającą mu objętość ziaren kruszywa drobnego, razem z wolnymi przestrzeniami, które są między nimi. Następuje więc zmniejszenie całkowitej wolnej przestrzeni między ziarnami.
- Stopniowo dodajemy coraz więcej ziaren grubych i w konsekwencji systematycznie zmniejsza się wolna przestrzeń w mieszaninie kruszyw, aż do osiągnięcia minimum wolnych przestrzeni – momentu, gdy nie ma już miejsca na upakowanie nowych ziaren grubych, ponieważ wypełniły one całe dostępne wolne miejsce dla tak dużych ziaren. Oznacza to także, że grube ziarna są ze sobą w kontakcie (stworzył się szkielet z grubych ziaren).
- Dalej nie możemy dodawać już grubych ziaren, ale możemy zabierać drobne aż do momentu całkowitego się ich pozbycia. Tu widzimy jak stopniowo otwierają się duże wolne przestrzenie między grubymi ziarnami zwalniane przez drobne ziarna.
- Osiągnięcie stanu zawartości 100% grubych ziaren i 0% drobnych daje

w efekcie dużą zawartość wolnych przestrzeni między zagęszczonymi grubymi gryszami; kawerny między ziarnami są duże objętościowo i jest ich mało (odwrotnie niż na początku).

Mechanizm opisanego procesu jest znany w literaturze technicznej co najmniej od lat 60. XX w. [Lees, 1969] jako *binary system* albo system dwuskładnikowy. W interpretacji wykresów najbardziej istotna jest dla nas informacja, że widzimy na nich (rys. 3) złamanie krzywej, odpowiadające w przybliżeniu momentowi tworzenia się szkieletu z ziaren większych od 4 mm, przedstawione na rys. 4.

Wybór optymalnej krzywej uziarnienia

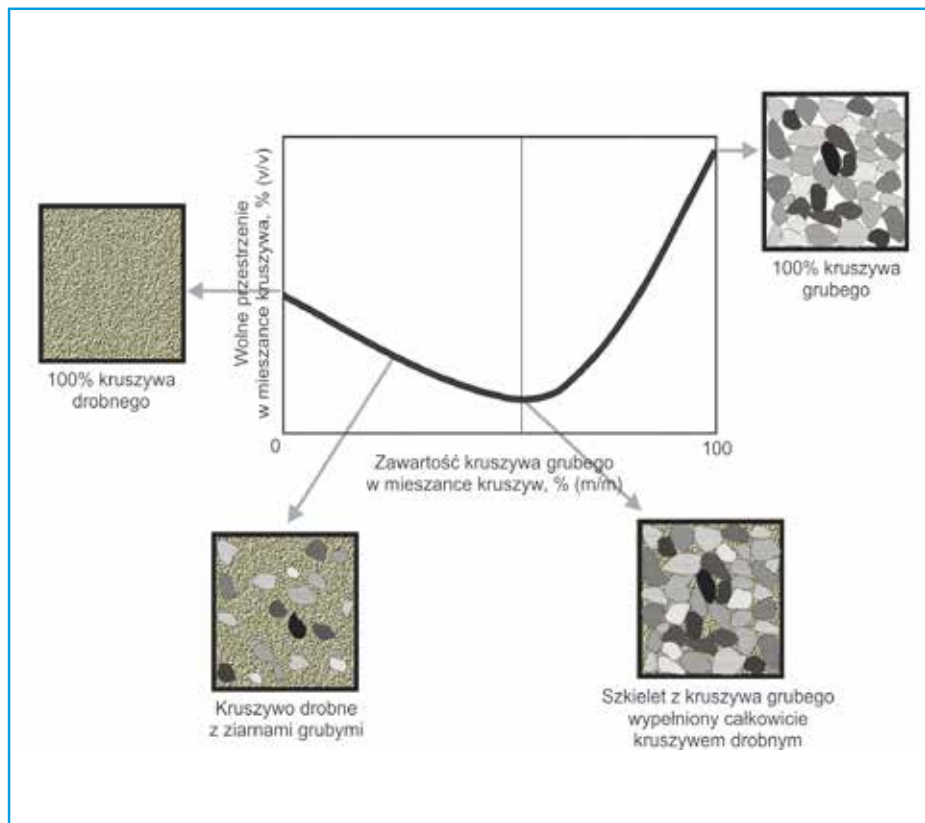
Powstaje teraz oczywiste pytanie: która krzywa uziarnienia jest najlepsza? Analizując dane z tablicy 1 i wykres-

sy z rys. 3 przyjmujemy, że optymalna krzywa uziarnienia to ta, która leży w punkcie złamania linii lub nieco na lewo od niego. To oznacza, że w optymalnej mieszance mineralnej zawartość ziaren > 4 mm powinna być 65–67%, a ziaren > 2 mm 73–75%. Tak przyjęliśmy w opisywanych badaniach, chociaż nie przesądzamy, że jest to jedynie słuszne podejście. W dalszej części artykułu będziemy starali się odpowiedzieć na pytanie, które położenie jest optymalne.

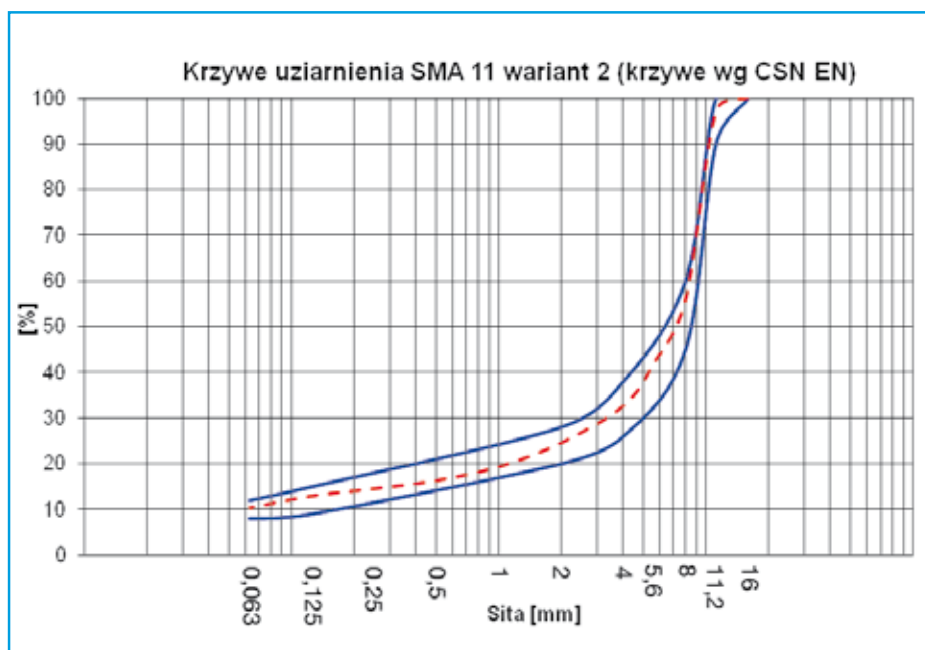
Zgodnie z powyższym założeniem do dalszego projektowania SMA przyjęliśmy krzywą uziarnienia nr 2, czyli wariant z zawartością ziaren > 4 mm 67.6% (-3% od referencyjnej krzywej nr 3). Jak widzimy z rys. 1, optymalna krzywa uziarnienia znajduje się powyżej krzywej referencyjnej (początkowej).

Należy wyraźnie podkreślić, że wybraliśmy mieszankę mineralną nie na podstawie oceny wizualnej przebiegu krzywej (jak to się najczęściej robi w Polsce), czy też w wyniku subiektywnych dyskusji. Wybraliśmy na podstawie konkretnego kryterium położenia charakterystycznych punktów na wykresach, nawet jeśli byliśmy nieco zdziwieni tym wskazaniem. Taki sposób podejścia jest znacznie bardziej obiektywny i wiarygodny oraz nie podlega subiektywnym wpływom projektanta mieszanki.

Dodatkowym, olbrzymim atutem metody jest fakt, że w swojej istocie uwzględnia ona najważniejsze właściwości kruszywa, które właśnie stosujemy: kształt ziaren, mikroteksturę powierzchni, zdolność do klinowania, zagęszczania itd. Tego nie widać na krzywej uziarnienia na monitorze komputera! Gdybyśmy więc wybierali krzywą uziarnienia wyłącznie „na oko” (czyli jak to zwykle robimy) te parametry nie zostałyby w żaden sposób wzięte pod uwagę. Powiedzmy szczerze – często w projektowaniu sugerujemy się „ulubionym” przebiegiem krzywej uziarnienia i to niezależnie od tego, skąd i jakie kruszywo mamy w mieszance (nieważne czy nieforemne czy kubiczne...). Warto



Rys. 4. Wpływ zawartości kruszywa grubego na zawartość wolnych przestrzeni w mieszaninie [Błażejowski, 2007, na podstawie: Lees, 1969; Francken and Vanelstraete, 1993; Voskuilen, 2000; Ferguson et al., niedatowane]



Rys. 5. Krzywa uziarnienia wybrana jako optymalna (nr 2) na tle krzywych granicznych wg czeskiej normy CSN EN 13108-5

tutaj zauważyć, że identyczne krzywe uziarnienia wykonane z różnych mieszanek kruszyw na pewno nie dadzą nam identycznych właściwości mieszanki SMA. To jest też odpowiedź na pytanie, dlaczego SMA o podobnych krzywych uziarnienia zupełnie inaczej zachowują się na drodze (plamy, koleinowanie itd.), chociaż na monitorze komputera krzywa uziarnienia wyglądała całkiem „ładnie”.

Etap projektowania krzywej uziarnienia mamy za sobą, a jego wynik przedstawia rys. 5.

Optymalna zawartość asfaltu

Zgodnie z tym, co napisaliśmy w opisie metody, po ustaleniu optymalnej krzywej uziarnienia zabieramy się za optymalną zawartość asfaltu. Jak pamiętamy, wstępnie założyliśmy, że do badań porównawczych mieszanek mineralnych weźmiemy 6.2% asfaltu. Teraz, gdy mamy już krzywą uziarnienia (nr 2), postępujemy w sposób nam znany – zakładamy kilka punktów zawartości asfaltu i po wykonaniu próbek SMA sprawdzamy podstawowe parametry fizyczne i wytrzymałościowe.

Jakie zawartości asfaltu próbować? Zauważmy, że sprawa jest prostsza, ponieważ mamy już wyniki badań SMA z krzywą uziarnienia nr 2 i asfaltem 6.2% (wtedy $V_m = 2.7\%$). Analiza tego wyniku pozwoliła założyć, że potrzebujemy jeszcze jednego punktu o nieco mniejszej zawartości asfaltu, żeby bardziej otworzyć mieszankę. Przyjęliśmy więc drugą zawartość asfaltu 5.9% m/m.

W tablicy 2 przedstawiono porównanie wszystkich cech SMA określonych dla wariantu uziarnienia 2 z zawartością asfaltu równą 5.9% i 6.2% (oznaczone dalej jako II-5.9% oraz II-6.2%). Dodatkowo do porównania dodano mieszankę SMA zaprojektowaną wg WT-2 z tych samych kruszyw na potrzeby jednego z kontraktów w Polsce. Tę dodatkową mieszankę porównawczą oznaczono PL III, ponieważ charakteryzowała się krzywą uziarnienia nr 3 i zawartością asfaltu 6.2%.

Tablica 3. Porównanie właściwości SMA 11 S

Właściwości	SMA 11 S		
	II-5.9%	II-6.2%	PL III
Zawartość asfaltu ($B_{min} \times 0.935$)	5.9	6.2	6.2
Objętość asfaltu (BVOL)	14.4	15.2	14.9
Wypełnienie lepisszczem wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej (VFB)	81.5	84.9	79.8
Stabilność wg Marshalla (S)	7.8	8.0	6.8
Zawartość wolnych przestrzeni w SMA (V_m) – energia 2 x 50	3.3	2.7	3.8
Zawartość wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej (VMA)	17.7	17.9	18.7
Odporność na deformacje trwałe (5000 cykli, 60°C)*			
– max przyrost koleiny WTSAIR	0.06	0.09	0.06
– max proporcjonalna głębokość koleiny PRDAIR po 5000	4.5	5.5	3.0
Odporność na deformacje trwałe (10000 cykli, 60°C)**			
– max przyrost koleiny WTSAIR	0.06	0.09	0.06
– max proporcjonalna głębokość koleiny PRDAIR po 10000	4.7	5.8	3.3
Zawartość wolnych przestrzeni w SMA (V_m) – energia 2 x 100	2.5	2.6	2.9

* Badanie wykonywane wg CSN EN 13108-5 powinno zostać przeprowadzone w temperaturze 50°C i dla 5000 cykli. W naszych badaniach zastosowaliśmy temperaturę 60°C, a wynik podaliśmy po 5000 cykli. Oznacza to, że według oryginalnych czeskich wymagań uzyskalibyśmy zapewne lepszy wynik (badanie w niższej temperaturze). Należy także zauważyć, że czeskie wymagania są ostrzejsze – WTSAIR wynosi 0.07 mm/1000.

** Badanie wykonywane wg przyjętych w Polsce warunków badania: 60°C, 10000 cykli.

Jako optymalną ilość asfaltu wybrano II-5.9% m/m. Jak można zauważyć, porównawcza krzywa uziarnienia PL III zaprojektowana wg polskiej procedury charakteryzuje się innymi właściwościami: większą zawartością asfaltu (6.2%) i nieco lepszą odpornością na deformacje. Warto wyraźnie podkreślić, że ta mieszanka powstała jako efekt 11 (jedenaście) kolejnych korekt pierwotnej mieszanki, co zajęło ponad 3 miesiące pracy laboratorium.

Jak można zauważyć w tablicy 3, pojawił się dodatkowy parametr – wolne przestrzenie w próbce SMA zagęszczonej energią 2 x 100 uderzeń ubijaka. Ma on na celu sprawdzenie podatności mieszanki mineralnej (ziaren) na kruszenie podczas nadmiernego wałowania i/lub dogęszczenia pod ciężkim ruchem. Zalecana zawartość wolnych przestrzeni

po tak dużym przegęszczeniu $\geq 2.5\%$ v/v. Taki wariant wymagania dodatkowego stosuje od kilku lat w swoich wytycznych ZDW w Katowicach.

Wnioski z projektowania SMA

- Wariant mieszanki mineralnej nr 2 z zawartością asfaltu 5.9% okazał się „inny” od wariantu porównawczego polskiego SMA PL III wg WT-2. „Inny” nie oznacza gorszy.
- Przy wyborze najlepszej krzywej uziarnienia sugerujemy kierowanie się minimalnymi wielkościami wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej i mieszance mineralno-asfaltowej przedstawianych w funkcji zawartości ziaren > 4 mm.
- Można twórczo rozwinąć tę metodę projektowania i pęk krzywych uziarnienia wykonać w funkcji zawarto-

ści kruszywa na sicie 5,6 mm zamiast 4,0 mm.

- Mimo mniejszej ilości asfaltu w mieszance w wariancie II-5.9% niż w PL-III-6.2% wypełnienie asfaltem wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej (VFB) jest większe w wariancie II-5.9%. Jest to spowodowane mniejszą zawartością wolnych przestrzeni między ziarnami kruszywa (lepszym upakowaniem ziaren). Z tego powodu, mimo mniejszej zawartości asfaltu, nie można zarzucić mieszance II-5.9%, że jest „sucha”, tzn. zawiera zbyt mało asfaltu.
- Być może gdybyśmy jeszcze bardziej zmniejszyli zawartość asfaltu w wariancie II, uzyskalibyśmy lepszą odporność mieszanki na deformację. Warto jednak zauważyć, że w czeskim załączniku krajowym do normy CSN EN 13108-5 zawarto dodatkowe dolne ograniczenie zawartości lepiszcza – minimalną objętościową zawartość asfaltu (min. 15% v/v). Takie podejście godne jest zastanowienia.
- Zagęszczenie po 2 x 100 wskazuje na podatność mieszanki mineralnej (ziaren) na kruszenie podczas wałowania i dogęszczanie pod ruchem. Zalecana zawartość wolnych przestrzeni $\geq 2.5\%$. Wybrany wariant II-5.9% spełnił to wymaganie, chociaż na granicy.
- Wariant II charakteryzuje się udziałem frakcji grysowej > 2 mm równym 75.6%, podczas gdy wariant PL-III (polski referencyjny) ma 77.6%. Jak widać, nawet tak drobne różnice w przesiewie przez sito 2,0 mm generują duże zmiany w jakości SMA.
- Przesiew przez sito 4 mm (67%) dla wariantu II zbliżony jest do tzw. krzywej Zichnera (ustalonych proporcji składu dla oryginalnej SMA z lat 60. XX w.), natomiast przesiew wariantu PL-III (70%) odpowiada zasadzie „30-20-10” czasami stosowanej w USA.
- Uziarnienie wariantu II sugeruje mniejszą nasiąkliwość i wodoprze-

puszczalność tej mieszanki SMA niż polskiego wariantu PL-III.

- Na podstawie wyników widać, jak ważne jest uziarnienie mieszanki na sitach „szkieletowych”, w przypadku naszej mieszanki było to sito #4 mm. W tym kontekście wypada pochylić się nad dokładnością produkcji SMA i tolerancjami na sitach. Dopuszczalna dawniej odchyłka wynosiła $\pm 4\%$, a obecnie nawet do $\pm 7\%$ (na sicie #5.6 mm, w ramach ZKP), co sprawia, że wyprodukowana mieszanka SMA może znacznie różnić się od projektu w zakresie właściwości. W tym momencie należy położyć nacisk na bieżącą kontrolę zawartości wolnych przestrzeni w próbkach wykonywanych w czasie kontroli produkcji otaczarki oraz analizować zmiany wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej.
- W związku z powyższym należałoby się zastanowić nad korektą wymagań wobec SMA 11 w np. WT-2 pod względem tzw. sit charakterystycznych dla kruszywa grubego. Obecnie stosowane jest tylko jedno sito (#5.6 mm), podczas gdy zasady normy EN 13108-5 pozwalają wprowadzić dwa takie sita między #2 mm a sitem D. Proponujemy dla SMA 11 zrezygnować z sita #5.6 mm na rzecz wprowadzenia dwóch innych sit: #4.0 mm i #8.0 mm. Pozwoli to na lepszą kontrolę uziarnienia SMA i jej właściwości.

Wnioski końcowe

- Metoda „czeska” różni się od praktykowanej w Polsce dwuetapowym procesem projektowania. Należy podkreślić, że jest to metoda z określonym trybem postępowania, prowadząca do wyboru najpierw krzywej uziarnienia, a następnie optymalnej dla niej zawartości lepiszcza.
- W czasie projektowania wykorzystano zasady zależności zawartości wolnych przestrzeni w SMA i w mieszance mineralnej od zawartości kruszywa grubego. Tych zasad nie

stosujemy w naszej procedurze projektowania SMA.

- Uzyskane wyniki – finalna mieszanka SMA – różni się od projektu zrealizowanego wg naszych procedur (opartych na doświadczeniu i intuicji).
- Można domniemywać, że metoda „czeska” tworzy mieszanki SMA o zawartości asfaltu dobranej wprost do określonej mieszanki mineralnej, z jej specyficznymi właściwościami kruszyw użytych w mieszance. Jeśli w pewnych przypadkach, jak w naszych badaniach, w zaprojektowanej SMA będzie mniej asfaltu niż w „polskim” odpowiedniku, to nie należy się obawiać, że to SMA jest zbyt „suche”. Wypełnienie asfaltem wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej (VFB) świadczy o prawidłowej ilości asfaltu.
- Wydaje się nam, że proces projektowania wyposażony w etap sprawdzania szkieletu mieszanki mineralnej SMA jest ciekawy i wart dalszych doświadczeń. Choć proces projektowania jest dość czasochłonny, to daje znacznie większą wiedzę o zachowaniu projektowanej mieszanki SMA oraz jej właściwościach w dość szerokim zakresie uziarnienia (pozytywne w przypadku zmienności uziarnienia kruszyw lub np. zmiany ich kształtu).
- Podczas produkcji SMA w otaczarce warto zwrócić szczególną uwagę na kontrolę uziarnienia na sitach 4.0; 5.6 oraz 8.0 mm. ■

Bibliografia

- Błażejowski K., SMA. Teoria i praktyka. Rettenmaier Polska, 2007.
- Fergusson A., Fordyce D., Khweir K., *Designing Stone Structure Wearing Course Mixtures*.
- Francken L., Vanelstraete A., *New Developments in Analytical Asphalt Mix Design. Proceedings of the Eurobitume Congress*. Stockholm, 1993.
- Lees G., *The Rational Design of Aggregate Grading for Dense Asphaltic Compositions*. „Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists”, 1969 vol. 39.

Krzysztof Błażejowski
Halina Sarlińska

Jakość formalnie i technicznie

W dniach 29–31 marca w Hotelu Boss w Miedzeszynie odbywało się XXXVI Seminarium Techniczne PSWNA pt. „Formalne i techniczne aspekty zapewnienia jakości w budownictwie drogowym – materiały, cechy, przepisy”. Wydarzenie zostało objęte honorowym patronatem Ministra Infrastruktury i Budownictwa oraz Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad.

W spotkaniu wzięło udział blisko 150 osób – przedstawiciele administracji i firm wykonawczych. Swoją obecnością seminarium zaszczylił Krzysztof Kondraciuk, Generalny Dyrektor Dróg Krajowych i Autostrad, który przedstawił nową strukturę organizacyjną GDDKiA. Seminarium zostało podzielone na pięć bloków tematycznych.

W pierwszym, poświęconym przepisom regulującym budownictwo drogowe w Polsce, prezes Polskiego Stowarzyszenia Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych Andrzej Wyszyński przedstawił opracowanie na temat zrównoważonego rozwoju dróg publicznych w Polsce. Analizę kosztów budowy dróg pokazano w nim na przykładzie budowy drogi ekspresowej S5 w województwie kujawsko-pomorskim. Z siedmiu odcinków cztery są realizowane w technologii asfaltowej, a pozostałe trzy w betonowej. Wyłoniono już wykonawców poszczególnych zadań, stąd znane są koszty budowy. Z analizy wynika, że koszt budowy 1 km w technologii asfaltowej jest średnio o 18,4 proc. niższy od analogicznego odcinka w technologii betonowej. Wśród innych analizowanych parametrów znalazły się także: hałas, trwałość, ekologia, innowacje i interes Rzeczypospolitej Polskiej. Wybór asfaltu, ze względu na strukturę właściwościową dwóch dużych rafinerii, powinien być polską racją stanu.

Kolejna sesja poświęcona była zagadnieniom projektowania infrastruktury wg zasad BIM. Wpływ wysokiej temperatury podczas produkcji mieszanki mi-



neralno-asfaltowej na właściwości kruszywa grubego i asfaltu – odporność na szok termiczny kruszywa grubego i starzenie asfaltów przedstawił obszernie Philippe Chifflet z firmy Colas. W imieniu wykonawców BIM – nowoczesne projektowanie w infrastrukturze omówił natomiast Mateusz Turecki z Budimeksu. A to, co warto (po)wiedzieć o IRI, jako ocenie równości nawierzchni w świetle znowelizowanych wymagań technicznych z 2015/2017 roku – dr Dariusz Godlewski i Stanisław Szpinek z Politechniki Warszawskiej.

Kolejna sesja nabrała międzynarodowego wymiaru. Koncepcje zrównoważonej konstrukcji nawierzchni drogowej uwzględniającą analizę LCC i prognozy rynkowe przedstawili Raquel Casado Barrasa z Hiszpanii oraz dr Brigitte Holt

Andersen z Belgii, a przyspieszone badania eko-innowacyjnej nawierzchni na torze Pavement Test Facility (PTF) – dr Damien Bateman, reprezentujący Wielką Brytanię.

W sesji tej znalazł się także polski akcent. Zastosowanie dodatków pochodzenia roślinnego do mieszanek mineralno-asfaltowych z destruktem omówił dr hab. inż. Karol J. Kowalski z Politechniki Warszawskiej.

W ramach sesji: Materiały, cechy, własności odbyło się pięć prezentacji. Zastosowanie zeolitów do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych zaprezentowali prof. nzw. dr hab. inż. Adam Zofka z IBDiM oraz dr inż. Agnieszka Wozuk z Politechniki Lubelskiej.

O ocenę warunków klimatycznych Polski w aspekcie doboru rodzaju funk-

cjonalnego (PG) asfaltu do warstw nawierzchni drogowych pokusił się dr inż. Marek Pszczoła z Politechniki Gdańskiej. Prezentacja ta wzbudziła duże zainteresowanie także wśród przedstawicieli administracji drogowej. Właściwości normowe i funkcjonalne asfaltów drogowych i modyfikowanych produkowanych w Polsce przedstawił natomiast prof. Piotr Radziszewski z Politechniki Warszawskiej. Sposoby zabezpieczania mieszanek WMS przed spękaniami termicznymi na podstawie doświadczeń z poznańskiego oddziału GDDKiA zaprezentował Bogdan Bogdański. Na zakończenie poznaliśmy punkt widzenia mostowca, Krzysztofa Germaniuka z IBDiM, na uszkodzenia nawierzchni na mostach i w strefie połączenia drogi z mostem.

Sesja zamykająca poświęcona była innowacjom. Rozpoczął ją kontrowersyjnie prof. Marek Iwański z Politechniki Świętokrzyskiej, stawiając pytanie: czy i komu są one potrzebne w drogownictwie? Porównania parametrów mechaniki spękań dla mieszanek mineralno-asfaltowych dokonali prof. nzw. dr hab. inż. Adam Zofka i Maciej Maliszewski z IBDiM. Okazuje się, że mieszanki mineralno-asfaltowe znajdują zastosowanie nie tylko w drogownictwie, ale także w kolejnictwie. Podtorza kolejowe z mieszanki mineralno-asfaltowej omówił prof. Dariusz Sybilski z IBDiM.

Kolejne seminarium techniczne PSWNA odbędzie się w dniach 25–27 października 2017 roku w Hotelu Windsor w Jachrance.

Na podstawie materiałów seminaryjnych opracowała **Anna Krawczyk**

Sponsorzy główni:

LOTOS Asphalt



Od lewej: dr Carsten Karcher – dyrektor EAPA i Horst Erdlen podczas X Sympozjum EAPA w Paryżu, 1 czerwca 2017 r.

Zdjęcie: Egbert Blewing

NAGRODA „EAPA’s Asphalt Advocate of the Year 2017”

Drodzy Partnerzy z branży drogownictwa, EAPA (European Asphalt Pavement Association) – Europejskie Stowarzyszenie Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych – zdecydowało o przyznaniu nagrody członkowi EAPA za zaangażowanie w dążeniu do polepszenia marketingu dróg asfaltowych oraz, po raz pierwszy, za nieocenione wsparcie Kampanii: Zalety Asfaltu.

Jesteśmy bardzo szczęśliwi i dumni z faktu, że Zarząd EAPA zdecydował przyznać tę nagrodę naszemu szefowi Działu Drogownictwa – Horstowi Erdlenowi.

Pan Erdlen wspólnie ze swoim zespołem ekspertów pracuje dla nas od ponad 20 lat, a jego działania są bardzo dobrze odbierane na całym świecie. Dzięki nim zostały opracowane lokalne specyfikacje dla Stone Mastic Asphalt (SMA). Mieszanka SMA z VIATOP® to nasz wkład w zrównoważony rozwój dróg asfaltowych. SMA stała się preferowaną nawierzchnią w wielu krajach poszukujących trwałych rozwiązań. Co więcej, SMA została ulepszona tak, by

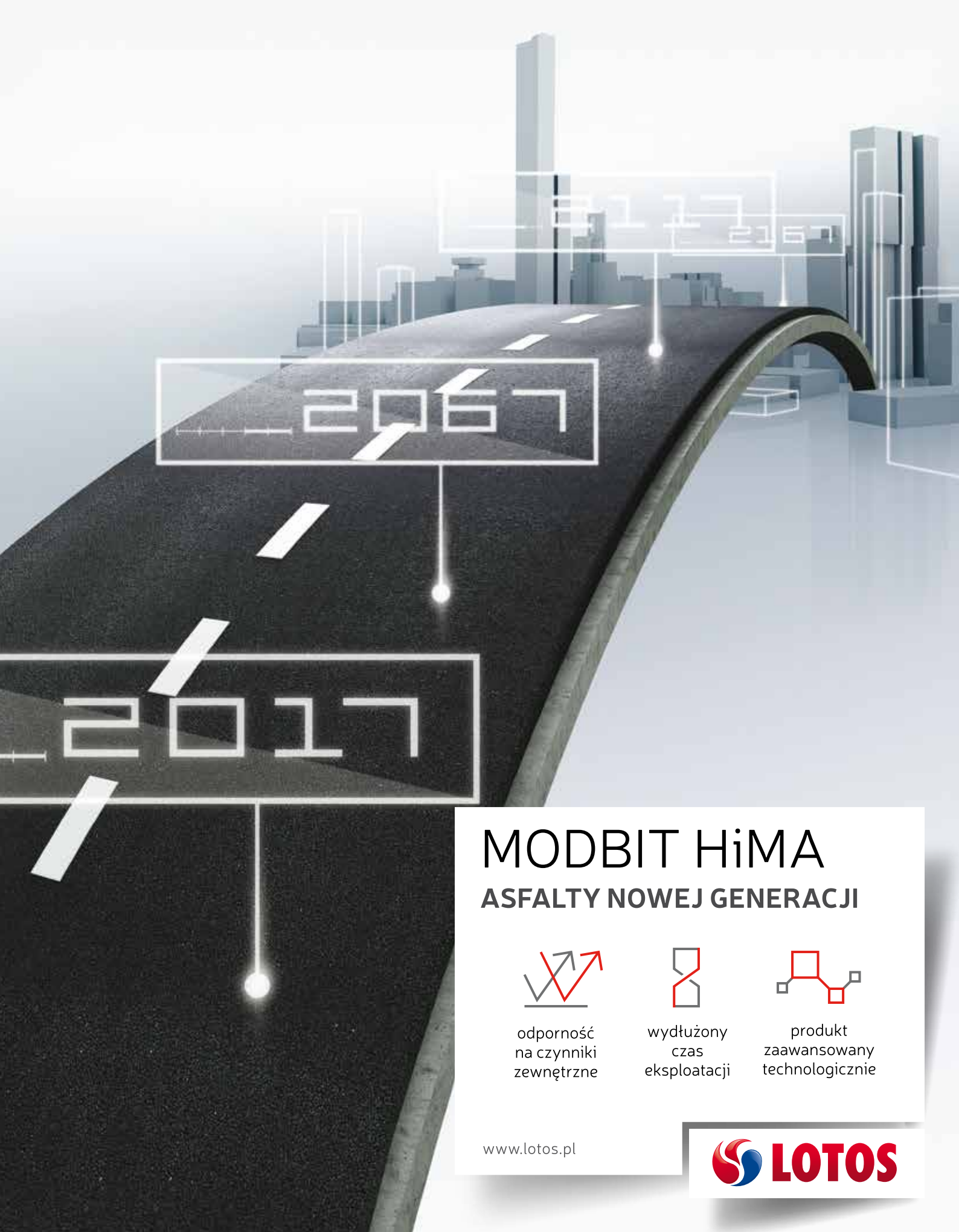
redukować hałas (SMA plus) oraz dostosowana do wykorzystania w warstwie wiążącej (SMA BC).

Nasze aktywności marketingowe w dziale drogownictwa zawsze były, są i będą nieco się różnić od działań innych, ponieważ chcemy to robić na swój sposób. Nagroda wręczona Panu Erdlenowi pokazuje, że te działania się sprawdzają. Dobrze jest się wyróżniać, zwłaszcza jeśli to prowadzi do bycia liderem na całym świecie.

Nasza filozofia będzie kontynuowana tak, aby w przyszłości powstawało wiele nowych marketingowych oraz sprzedażowych pomysłów. Dodatkowo, zamierzamy poszerzyć nasz program R+D dla VIATOP®, VIATOP® plus oraz dla kolejnych aplikacji, jak SMA w jednej warstwie, SMA plus, SMA BC, AC plus FEP.

Jeszcze raz serdecznie gratulujemy Panu Erdlenowi, który wciąż podkreśla, że ta nagroda nie należy do niego, ale do całego zespołu VIATOP® na świecie.

VIATOP® Team
RETENMAIER & SÖHNE GmbH+CO KG



MODBIT HiMA

ASFALTY NOWEJ GENERACJI



odporność
na czynniki
zewnętrzne



wydłużony
czas
eksploatacji



produkt
zaawansowany
technologicznie

www.lotos.pl

