

Zwiększona ilość granulatu asfaltowego w mieszance mineralno-asfaltowej

Ewelina Karp-Kręglińska



mgr inż. Ewelina Karp-Kręglińska

Dyrektor ds. Zapewnienia Jakości
Budimex S.A.

Ewelina.karp@budimex.pl

Rozwój infrastruktury drogowej w Polsce przyczynił się do postępu w zakresie technologii produkcji i wbudowania mieszanek mineralno-asfaltowych oraz zwrócił uwagę inżynierów na aspekt ochrony środowiska i zasobów naturalnych. Coraz częściej poruszane są kwestie zastosowania nowych technologii w kontekście wykorzystania materiałów pochodzących z recyklingu nawierzchni asfaltowych. Jedną z metod, która umożliwia wytwarzanie mieszanek mineralno-asfaltowych z dużą (50%) zawartością granulatu asfaltowego jest technologia Warm Mix Asphalt (WMA).

Przedmiotem pracy badawczej było określenie cech fizyko-mechanicznych mieszanki zaprojektowanej i wyprodukowanej w technologii Warm Mix Asphalt z ponad normową zawartością granulatu asfaltowego w stosunku do wymagań krajowych.

Wg dokumentu WT-2:2010 granulatu asfaltowy jest to przetworzona mieszanka mineralno-asfaltowa uzyskiwana w wyniku frezowania warstw asfaltowych lub rozkruszenia płyt wyciętych z nawierzchni asfaltowej, o udokumentowanej jakości, stosowana jako materiał składowy w produkcji nowych mieszanek mineralno-asfaltowych w technologii na gorąco

Projektowanie mma

Do celów projektowych wytypowano mieszanekę AC22P, KR 3-6 z przeznaczeniem do wykonania podbudowy mineralno-asfaltowej. Mieszanka miała charakteryzować się właściwościami zestawionymi w tabeli nr 1. Są to standardowe wymagania stawiane betonom asfaltowym wg WT-2:2010.

Proces projektowania mieszanki w technologii WMA przebiegał w sposób podobny do projektowania w powszechnie stosowanej technologii Hot Mix Asphalt (HMA) tj. metodą empiryczną. Projekt mieszanki WMA wykonany został na bazie sprawdzonej receptury z asfaltem zwykłym 35/50 i 20% zawartością granulatu – zastosowano ten sam materiał kamienny. Skład mineralny dobrano

metodą krzywych granicznych. Ramowy skład mieszanki AC22P 35/50(20%) zawiera tabela nr 2. Skład mieszanki mineralno-asfaltowej jest zgodny z wymaganiami dokumentu WT-2:2010.

Do projektowania mieszanki w technologii WMA zastosowano lepszycze asfaltowe 35/50WMA i 50 % granulatu asfaltowego. Ramowy skład mieszanki AC22P 35/50WMA(50%) został podany w tabeli nr 3. Ten skład mieszanki nie spełnia wymagań

WT-2:2010 w zakresie dopuszczalnej ilości granulatu asfaltowego w mma.

W projektach mieszanek z 20% i 50% zawartością granulatu zastosowano dwa rodzaje asfaltów: 35/50 oraz 35/50WMA. Ich charakterystyka została podana w tabeli nr 4. Właściwości obu lepiszczy zestawiono z wymaganiami normy PN-EN 12591. Przywołany dokument opisuje zasady określania właściwości i metody badania asfaltów przeznaczonych do budowy i utrzymania dróg,

Tab. 1. Wymagane właściwości betonu asfaltowego do warstwy podbudowy mineralno-asfaltowej

Właściwość mma	Wymaganie
Zawartość wolnych przestrzeni	Vmin 4,0 Vmax 7,0
Odporność na deformacje trwałe	WTSAIR 0,60 PRDAIR Deklarowane
Odporność na działanie wody	ITSR 70

Tab. 2. Skład mieszanki mineralno-asfaltowej AC22P 35/50(20%)

Nazwa składnika mieszanki	Udział w mieszance [%]	
	mm	mma
Wypełniacz dodany	0,5%	0,5%
0/2 kruszywo drobne	3,0%	2,9 %
0/16 kruszywo o ciągłym uziarnieniu	20,5%	19,9%
2/8 gryś	17,0%	16,5%
8/16 gryś	19,0%	18,4%
11/16	5,0%	4,8%
16/22 gryś	15,0%	14,5%
Granulat asfaltowy	20,0%	19,4%
*Asfalt 35/50 (bez asfaltu pochodzącego z granulatu)	n.d.	3,7%
Środek adhezyjny	0,4% w stosunku do asfaltu	

*Ilość lepiszcza asfaltowego pochodzącego z granulatu asfaltowego należy uwzględnić w bilansie całkowitego lepiszcza.

Tab. 3. Skład mieszanki mineralno-asfaltowej AC22P 35/50 WMA(50%)

Nazwa składnika mieszanki	Udział w mieszance [%]	
	mm	mma
Wypełniacz dodany	0,0%	0,00%
0/2 kruszywo drobne	0,0%	0,00%
2/8 gryś	1,0%	0,98%
8/16 gryś	15,0%	14,75%
16/22 gryś	34,0%	33,4%
Granulat asfaltowy	50,0%	49,2%
* Asfalt 35/50WMA (bez asfaltu pochodzącego z granulatu)	n.d.	1,7%
Środek adhezyjny	20,0%	19,4%
*Asfalt 35/50 (bez asfaltu pochodzącego z granulatu)	n.d.	3,7%
Środek adhezyjny	0,0% w stosunku do asfaltu	

*Ilość lepiszcza asfaltowego pochodzącego z granulatu asfaltowego należy uwzględnić w bilansie całkowitego lepiszcza

Tab. 4. Właściwości asfaltu 35/50WMA oraz 35/50. Źródło: Lotos Asfalt

Parametr, jednostka	Asfalt 35/50 WMA	Asfalt 35/50	Wymagania PN-EN 12591
Penetracja w temp. 25°C, 1/10 mm	39	41	35 do 50
Temperatura mięknięcia, °C	54,1	53,6	50 do 58
Temperatura zapłonu, °C, min	343	341	240
Temperatura łamliwości, °C, max	-11,9	-11,6	-5
Zawartość składników rozpuszczalnych, % m/m, min	99,9	99,8	99
Zmiana masy, % m/m, max	0,01	0,07	0,5
Pozostała penetracja w 25°C, %, min	71,3	67,5	53
Wzrost temperatury mięknięcia, °C, max	5,7	5,6	8

Tab. 5. Właściwości granulatu asfaltowego

Właściwości granulatu	Metoda badania	Jednostka	Wynik
Zawartość materiałów obcych grupy 1	PN-EN 12697-42	%	nie stwierdzono
Zawartość materiałów obcych grupy 2		%	nie stwierdzono
Temperatura mięknięcia odzyskanego lepiszcza	PN-EN1427	°C	53,2
Zawartość lepiszcza rozpuszczalnego	PN-EN-12697-1	%	5,0
Kruszywo o uziarnieniu < 0,063mm	PN-EN-12697-2, PN-EN 933-1	%	12,2
Kruszywo o uziarnieniu 0,063mm - 2,0mm		%	38,8
Kruszywo o uziarnieniu > 2,0mm		%	49,0
Typ mieszanek z których pochodzi granulaty asfaltowy	AC P, AC W, AC S		

lotnisk i innych nawierzchni asfaltowych oraz zawiera wymagania odnośnie oceny zgodności.

Analizując przedstawione wyniki badań należy stwierdzić, iż wskazane lepiszcza asfaltowe nie różnią się między sobą parametrami technicznymi wg zakresu przewidzianego w PN-EN 12591.

Ponadnormatywne właściwości asfaltu 35/50WMA ujawniają się dopiero w kontakcie ze składnikami mineralnymi. Cecha ta jest efektem działania dodatków chemicznych obecnych w lepiszczu 35/50WMA. Dodatki te obniżają napięcie powierzchniowe na granicy asfalt-kruszywo i tym samym poprawiają efektywność mieszania (urabialność) oraz energię potrzebną do zagęszczania mma.

W kontekście możliwości połączenia się w mieszankę dwóch lepiszczy, „nowego” zadokowanego na wytwórni mieszanek asfaltowych i drugiego, „starego”, znajdującego się w granulacie, istotne jest, aby tzw. asfaltowy wynikowy (po zmieszaniu), spełniał założone wymagania. Ponadto warunkiem zastosowania w mieszanekach mineralno-asfaltowych materiału pochodzącego z recyklingu

nawierzchni asfaltowych jest potwierdzenie jego przydatności oraz uwzględnienie w projekcie mma sposobu dozowania granulatu przez zakład produkujący mieszankę asfaltową. Rekomendowana jest instalacja umożliwiająca wstępne podgrzanie granulatu asfaltowego, która powinna zapewnić jednorodność mieszanki.

W celu określenia przydatności granulatu do produkcji mma, należy podać typ mieszanki mineralno-asfaltowej, z której pochodzi destruktor oraz uziarnienie i zawartość materiałów obcych zawartych w granulacie. Maksymalny wymiar ziarna granulatu nie może być wyższy niż maksymalny wymiar ziarna nowej mieszanki mineralno-asfaltowej.

Należy sprawdzić temperaturę mięknięcia odzyskanego lepiszcza. Oznaczenie składu przez ekstrakcję dla analizowanego granulatu zamieszczono w tabeli nr 5.

Ekstrakcję próbek granulatu asfaltowego wykonano wg PN-EN 12697-1, PN-EN-12697-2 oraz PN-EN 933-1. Temperaturę mięknięcia wyekstrahowanego lepiszcza oznaczono metodą PIK wg PN-EN1427. Zawartość ma-

teriałów obcych została określona wg PN-EN 12697- 42.

Analizując przedstawione wyniki badań można stwierdzić, iż zastosowany granulaty asfaltowy spełnia wymagania określone w dokumencie WT-2:2010.

Testy laboratoryjne

Przygotowane materiały posłużyły do wykonania zarobów laboratoryjnych wg składów przedstawionych w niniejszym opracowaniu (tabela nr 2 i 3). Cechy fizyczne przygotowanych mieszanek sprawdzono wykonując ekstrakcję wg PN-EN 12697-1, PN-EN-12697-2 oraz PN-EN 933-1. Gęstości mma zbadano w piknometrze, w temperaturze 20°C w wodzie destylowanej wg PN-EN 12697-5. Gęstości objętościowe próbek określono metodą hydrostatyczną na podstawie PN-EN 12697-6. Zawartość wolnych przestrzeni obliczono zgodnie z PN-EN 12697-8. Następnie rozpoczęto weryfikację cech funkcjonalnych zaprojektowanych mieszanek.

Przystąpiono do badania odporności AC22P na deformacje trwałe. Badanie wykonano wg normy PN-EN 12697-22 w małym aparacie do koleinowania, metodą B. Próbkę do badań została zaformowana w warunkach laboratoryjnych. Grubość płyt wyniosła 60mm. Czas kondycjonowania próbek przed badaniem wyniósł 4h. Próbkę została poddana 10 000 cyklom obciążenia gumowym kołem w temperaturze 60°C. Uzyskany wynik stanowił średnią z badania dwóch próbek dla każdej mma (tabela nr 6).

Do wykonania oznaczenia wrażliwości AC22P na wodę i mróz wg PN-EN 12697-12 przygotowano sześć cylindrycznych próbek o średnicy 1000 ±3mm dla danej mma. Wyeliminowano dwie próbki, które charakteryzowały się największymi różnicami gęstości oznaczonej wg PN-EN 12697-6. Z pozostałych, wydzielono dwa zestawy próbek (po dwie próbki w każdym zestawie). Zestaw „suchy” został poddany kondycjonowaniu w temperaturze pokojowej 19±1°C, natomiast zestaw „mokry” podlegał jednemu cyklowi zamrażania w temperaturze -18±3°C. Finalnie oba zestawy zostały doprowadzone do temperatury 25±2°C, w której przeprowadzono badanie rozciągania pośredniego wg PN-EN 12697-23. Termostatowanie próbek z zestawu „suchego” odbywało się w warunkach powietrzno-suchych, a próbek zestawu „mokrą” w wodzie. Wyniki ITSr oraz pozostałych właściwości mma zostały zamieszczone w tabeli nr 6.

Otrzymane wyniki potwierdzają zgodność zaprojektowanych mieszanek z WT-2:2010 w zakresie wszystkich wymaganych parametrów. Zwiększona ilość destruktu w składzie mma nie wpłynęła na pogorszenie cech fizyko-mechanicznych mieszanki

Tab. 6. Właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych AC22P 35/50WMA (50%) oraz AC22P 35/50 (20%)

Rodzaj badania	Jednostka	Metoda badania	20% granulatu; 35/50	50% granulatu; 35/50WMA
Zawartość asfaltu rozpuszczalnego:	%	PN-EN 12697-1	Zgodna z wymaganiami WT 2:2010	Zgodna z wymaganiami WT 2:2010
Zawartość wolnych przestrzeni w MMA	%	PN-EN 12697-8	5,1	4,1
Odporność na działanie wody i mrozu - ITSr	%	PN-EN 12697-12	75,6	86,4
Proporcjonalna głębokość koleiny	%	PN-EN 12697-22	3,6	3,5
Nachylenie wykresu koleinowania	mm/10 3	PN-EN 12697-22	0,07	0,07

AC22P 35/50WMA. Zastosowanie asfaltu 35/50WMA oraz dobrej jakości granulatu poprawiło parametr odporności mma względem działania wody i mrozu. Obie mieszanki charakteryzowały się wysoką odpornością na deformacje trwałe.

Testy produkcyjne AC22P 35/50WMA (50%granulatu)

Mieszanka AC22P 35/50WMA z 50% granulatem została wyprodukowana w wytwórni mieszanek asfaltowych wyposażonej w instalację dozowania destruktu na gorąco (rys. 1). Instalacja umożliwiła wstępne podgrzanie granulatu asfaltowego do temperatury 80°C. Temperatura produkcji masy wynosiła ok 150°C, temperatura wbudowania mieściła się w przedziale od 145°C (początek rozkładania) do 130°C (koniec zagęszczania) i była zgodna z zalecaniami do wykonywania nawierzchni wg technologii WMA. Zastosowanie technologii WMA umożliwia bowiem obniżenie temperatury produkcji i wbudowania o ok 30°C w stosunku do technologii HMA.

Wyprodukowana mieszanka została wbudowana za pomocą rozkładarki w warstwę podbudowy mineralno-asfaltowej grubości 9cm. Zagęszczenie mieszanki przeprowadzono za pomocą walców stalowych gładkich 9 i 11 tonowych, poruszających się statycznie i na wibracji. Mieszanka odznaczała się wysoką urabialnością i była łatwo zagęszczalna.

W trakcie jej produkcji i wbudowywania prowadzony był stały nadzór laboratoryjno-technologiczny. Weryfikacja cech fizycznych mma została przeprowadzona na próbkach mieszanki pobranej bezpośrednio z wytwórni mas asfaltowych. Cechy funkcjonalne mieszanki wbudowanej w warstwę podbudowy zostały określone na próbkach odwierconych z konstrukcji nawierzchni. Uzyskane wyniki badań zestawiano w tabeli nr 7. Mieszanka AC22P WMA z 50% granulatem, spełnia wymagania dokumentu WT-2:2010.

Cechy fizyko-mechaniczne mieszanki mieściły się w granicach dopuszczalnych tolerancji. Badania potwierdziły bardzo dobre właściwości funkcjonalne AC22P 35/50WMA(50%) tj. odporność na wodę i mróz oraz odporność na deformacje trwałe.

W procesie układania AC22P 35/50WMA (50%) zaobserwowano, iż mieszanka łatwo się zagęszcza pomimo dodatku granulatu w ilości 50%. Niespodziewana łatwość zagęszczania mma przełożyła się na nieznaczne przekroczenie parametru zawartości wolnych przestrzeni w warstwie podbudowy. Zawartość wolnych przestrzeni wyniosła 3,8% przy wymaganiu min. 4,0%. Wskaźnik zagęszczenia wyniósł 101,3%. Wynik ten nie wpłynął na pogorszenie cech funkcjonalnych podbudowy jednak w trakcie kolejnej

próby technologicznej należy zmniejszyć energię zagęszczania dla analizowanej receptury i grubości warstwy.

Podsumowując wyniki badań należy stwierdzić, iż jest możliwe uzyskanie wysokiej jakości mieszanki mineralno-asfaltowej z zastosowaniem materiałów pochodzących z recyklingu nawierzchni asfaltowych w ilości 50%.

Wnioski

Zastosowanie wysokich reżimów technologicznych przy produkcji mma z podwyższonym udziałem granulatu pozwala na wyprodukowanie mieszanki mineralno-asfaltowej, zgodnej z wymaganiami krajowymi. Wobec powyższego warto rozważyć zmianę zapisów dokumentu WT-2 w zakresie dopuszczalnej ilości granulatu asfaltowego w składzie mma.

Technologia WMA przynosi wiele korzyści. Oprócz wykorzystania większej ilości procentowej destruktu asfaltowego, umożliwia m.in. obniżenie temperatur technologicznych produkcji i wbudowywania mma. Poprawia warunki pracy poprzez obniżenie emisji składników szkodliwych. Zdolność łatwego zagęszczania się mieszanek w tech-

nologii WMA sprawia, iż technologię tą rekomenduje się do zabiegów remontowych i przy realizacji nawierzchni asfaltowych w trudno dostępnym terenie.

Zastosowanie granulatu asfaltowego do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych wymaga potwierdzenia jego właściwości oraz stałej kontroli technologiczno-laboratoryjnej procesu produkcji. ◀

Materiały źródłowe

- [1] WT-2: 2010 Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych. Część I. Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania Techniczne.
- [2] Warm Mix Asphalt: Contractors' experiences (July 2008).
- [3] Warm-Mix Asphalt European Practice (February 2008).
- [4] Asfalt 35/50WMA parametry techniczne. Lotos Asfalt
- [5] Wyniki badań zrealizowanych w laboratorium centralnym Budimeksu S.A. (2014/2015)

Tab. 7. Właściwości mieszanki AC22P 35/50WMA z 50% granulatem

Rodzaj badania	Jednostka	Metoda badania	AC22P35/50 WMA(50%)
Zawartość asfaltu rozpuszczalnego:	%	PN-EN 12697-1	Zgodna z recepturą i wymaganiami WT 2:2010
Zawartość wolnych przestrzeni w MMA	%	PN-EN 12697-8	4,2
Zawartość wolnych przestrzeni w warstwie mineralno-asfaltowej	%	PN-EN 12697-8	3,8
Wskaźnik zagęszczenia	%	-	101,3
Odporność na działanie wody i mrozu - ITSR	%	PN-EN 12697-12	91,6
Proporcjonalna głębokość koleiny	%	PN-EN 12697-22	2,6
Nachylenie wykresu koleinowania	mm/10 3	PN-EN 12697-22	0,08
Wysokość próbki	cm	-	9,0



1. Zdjęcie przykładowej wytwórni z bębniem równoległym do podgrzewania granulatu asfaltowego