

Granulat asfaltowy jako pełnowartościowy składnik mieszanki mineralno-asfaltowej

Piotr Koźlarek

TPA Sp. z o.o., Laboratorium Badawcze w Pruszkowie, e-mail: piotr.kozlarek@tpaqi.com

Streszczenie: Mieszanki mineralno-asfaltowe (mma) produkowane obecnie muszą spełniać szereg wymagań stawianych wyrobowi gotowemu. Obostrzenia stawiane przed mma zawierają się w europejskich normach wyrobu oraz polskich wytycznych technicznych. Polskie wytyczne techniczne ograniczają również możliwości związane ze stosowaniem granulatu asfaltowego, nie uwzględniając możliwości technicznych wytwórni mieszanek mineralno-asfaltowych (WMA). Wyróżnia się dwie główne metody dodawania granulatu asfaltowego w WMA: metoda na zimno oraz metoda na gorąco. W warunkach polskich metodą najczęściej stosowaną jest metoda na zimno, w tej metodzie granulat asfaltowy dodawany jest bezpośrednio do mieszalnika w odróżnieniu do metody na gorąco, która przewiduje wstępne ogrzanie granulatu asfaltowego w bębnie grzewczym. Dlatego podjęto próbę udowodnienia, iż mieszanka mineralo-asfaltowa zaprojektowana ze zwiększoną zawartością granulatu asfaltowego będzie w stanie konkurować z mma zaprojektowaną w 100% z nowych i nie pochodzących z recyklingu materiałów składowych. Zostały wytypowane dwa rodzaje mma do kategorii ruchu KR3-4 z przeznaczeniem do warstwy podbudowy oraz wiążącej. Wykonano referencyjne badanie typu bez dodatku granulatu asfaltowego oraz badania typu z jego użyciem w wysokości 15, 25 oraz 35%. Zastosowanym lepiszczem był asfalt drogowy 35/50, a program badań obejmował wykonanie badań parametrów objętościowych, badań powiązanych funkcjonalnie i funkcjonalnych każdej z mma.

Słowa kluczowe: asfalt, granulat asfaltowy, destruk, krzywa, trwałość, zmęczenie

1. Wprowadzenie

Warunki produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych są ściśle określone, pozwala to na częściową ingerencję w sam proces produkcji, a co za tym idzie stwarzane są coraz lepsze możliwości stosowania do produkcji mma materiałów pochodzących z recyklingu. Tak jest w przypadku dodawania do produkcji granulatu asfaltowego. Przedsiębiorstwa zajmujące się produkcją maszyn do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych są w stanie coraz bardziej unowocześniać linię do produkcji mma w wytwórniach mas asfaltowych. Również polityka Unii Europejskiej nakierunkowana jest na możliwie najwyższe zapobieganie powstawania odpadów, minimalizację ich ilości oraz powtórne zastosowanie. Ponadto polityka UE stawia nacisk na obniżenie kosztów inwestycji drogowych i tym samym możliwie największe zastosowanie materiałów pochodzących z recyklingu. Te czynniki w dużej mierze były podstawą powstania projektu badawczego na podstawie którego podjęto próbę udowodnienia, że wraz ze wzrostem zawartości granulatu asfaltowego dodawanego do mma jako materiał pochodzący z recyklingu przy założeniu metody na zimno można uzyskać parametry wyjściowego gotowego produktu takie jak w przypadku mieszanek mineralno-asfaltowych wykonanych wyłącznie z nowych materiałów.

Zostały wytypowane dwa rodzaje mma: do w-wy podbudowy KR3-4, oraz do w-wy wiążącej KR3-4. Każda mma została wykonana jako referencyjna (bez dodatku granulatu asfaltowego), spełniająca wszystkie wymagania dla odpowiedniej kategorii ruchu. Następnie, również w porozumieniu z producentem mma oraz przedsiębiorstwami zajmującymi się budową urządzeń do produkcji mma została ustalona maksymalna ilość granulatu asfaltowego jaką można stosować w masowej produkcji mma. Wartość tą ustalono na poziomie 35% i zastosowano w projekcie. Dokonano wyboru środka adhezyjnego zaklasyfikowanego jako amina kwasów tłuszczowych, wypełniacza oraz asfaltu. Następnie wykonano mma z zastosowaniem granulatu asfaltowego.

Celem przeprowadzonych badań wykonanych dla 8 różnych mma było udowodnienie, iż jest możliwe wykonanie w pełni wartościowych mieszanek mineralno-asfaltowych, cechujących się odpowiednimi parametrami fizykomechanicznymi. Dodatkowo za cel przyjęto, aby każda z uzyskanych mma spełniała wymagania polskich wytycznych technicznych, a za kryterium porównawcze wybrano parametr wolnej przestrzeni w mma. Badania typu do warstwy podbudowy i wiążącej wykonano z następującymi zawartościami granulatu asfaltowego:

- AC 22 P 35/50 bez dodatku granulatu asfaltowego,
- AC 22 P 35/50 z dodatkiem 15% granulatu asfaltowego,
- AC 22 P 35/50 z dodatkiem 25% granulatu asfaltowego,
- AC 22 P 35/50 z dodatkiem 35% granulatu asfaltowego,
- AC 16 W 35/50 bez dodatku granulatu asfaltowego,
- AC 16 W 35/50 z dodatkiem 15% granulatu asfaltowego,
- AC 16 W 35/50 z dodatkiem 25% granulatu asfaltowego,
- AC 16 W 35/50 z dodatkiem 35% granulatu asfaltowego.

Program badań wymienionych powyżej mma zakładał:

- wytypowanie mma oraz materiałów składowych do badań,
- teoretyczne opracowanie składu poszczególnych mma,
- wykonanie referencyjnych mma celem oznaczenia zawartości wolnej przestrzeni,
- wykonanie próbek mma z użyciem granulatu asfaltowego celem oznaczenia zawartości wolnej przestrzeni,
- wykonanie próbek mma celem przeprowadzenia podstawowych badań powiązanych funkcjonalnie,
- wykonanie próbek mma celem przeprowadzenia badań funkcjonalnych.

2. Metodyka badawcza i przygotowanie próbek do badań

Metodyka badawcza została przyjęta zgodnie z polskimi wytycznymi technicznymi opartymi na normach europejskich serii 12697-x oraz 13108-x. Materiały przeznaczone do wykonania badań typu zostały pobrane zgodnie z PN-EN 932-1, następnie odpowiednio zabezpieczone i przygotowane do badań. Jako główny materiał wchodzący w skład badań typu przyjęto wapień. Z przygotowanych materiałów wykonano badania podstawowe:

- Gęstość kruszyw wg PN-EN 1097-6,
- Analizę sitową kruszyw wg PN-EN 933-1,
- Gęstość wypełniacza wg PN-EN 1097-7,
- Analizę sitową wypełniacza wg PN-EN 933-10,
- Oznaczenie penetracji asfaltów wg PN-EN 1426,
- Oznaczenie temperatury mięknięcia asfaltów metodą PiK wg PN-EN 1427,

- Oznaczenie powinowactwa między kruszywem i asfaltem wg PN-EN 12697-11,
- Oznaczenie zawartości lepiscza rozpuszczalnego metodą różnicy mas w granulacie asfaltowym wg PN-EN 12697-1,
- Uziarnienie granulatu asfaltowego wg PN-EN 12697-2,
- Gęstość granulatu asfaltowego wg PN-EN 1097-6.

Przygotowane materiały składowe posłużyły do opracowania krzywych dla podstawowych badań typu do warstwy podbudowy i wiążącej (tzw. referencyjnych – nie zawierających granulatu asfaltowego) oraz określono maksymalny rozstęp wyników dla przeznaczonego do zastosowania granulatu asfaltowego. Kolejnym krokiem było wykonanie badań typu z zawartością 15% granulatu asfaltowego, następnie z zawartością 25% oraz 35%. Po wykonaniu serii badań określono rozstęp wyników oraz możliwości związane z jego zastosowaniem. Oszacowano, iż ilość granulatu asfaltowego jaką można zastosować do produkcji mma zawiera się na poziomie powyżej 60%.

3. Wyniki badań

Założeniem było utrzymanie parametrów wolnej przestrzeni na zbliżonym poziomie celem wykonania porównań wszystkich wariantów mma zarówno bez jak i z dodatkiem granulatu asfaltowego. Po ustaleniu składu mma i ustaleniu wspólnych dla wszystkich mma poziomów zawartości wolnej przestrzeni zgodnie z PN-EN 12697-35 wykonano szereg badań funkcjonalnych oraz powiązanych funkcjonalnie. Do warstw podbudowy i wiążącej stosowany był dodatek granulatu asfaltowego, który zgodnie z PN-EN 12697-35 podgrzany został do temperatury $110 \pm 5^\circ\text{C}$.

Tabela 1. Skład wyjściowy poszczególnych wariantów mma do warstwy podbudowy.

Lp.	Właściwość	Jednostka	Norma badawcza	Energia lub wskaźnik zagęszczenia	0% GA	15% GA	25% GA	35% GA
1	Całkowita zawartość asfaltu, B	[% masy]	-	-	4,0	4,0	4,2	4,2
2	Zawartość asfaltu nierozpuszczalnego, S	[% masy]	PN-EN 12697-1	-	3,8	3,8	4,0	4,0
3	Zawartość asfaltu nierozpuszczalnego	[% masy]	TP Asphalt – StB Teil 1	-	0,2	0,2	0,2	0,2
4	Gęstość (metoda A w wodzie) pmv	[Mg/m ³]	PN-EN 12697-5	2x75 uderzeń	2,557	2,570	2,542	2,557
5	Gęstość objętościowa $\rho_{\text{bssd mma}}$	[Mg/m ³]	PN-EN 12697-6	2x75 uderzeń	2,432	2,449	2,415	2,432
6	Zawartość wolnych przestrzeni w mma V_m	[% masy]	PN-EN 12697-8	2x75 uderzeń	4,9	4,7	5,0	4,9
7	Wypełnienie wolnych przestrzeni asfaltem VFB	[% masy]	PN-EN 12697-8	2x75 uderzeń	65,0	66,0	66,5	66,1
8	Zawartość wolnych przestrzeni w mm VMA	[% masy]	PN-EN 12697-8	2x75 uderzeń	14,0	13,8	14,5	14,4

Wyniki podstawowych parametrów jakie zostały otrzymane dla poszczególnych mma zostały przedstawione: w tabeli 1 dla warstwy podbudowy oraz w tabeli 2 dla warstwy wiążącej.

Na podstawie powyższej tabeli widać, iż założenie dotyczące parametru wolnej przestrzeni w mieszance mineralno-asfaltowej zostało spełnione. Parametr ten jest na zbliżonym poziomie w każdym z rozpatrywanych przypadków.

Tabela 2. Skład wyjściowy poszczególnych wariantów mma do warstwy wiążącej.

Lp.	Właściwość	Jednostka	Norma badawcza	Energia lub wskaźnik zagęszczenia	0% GA	15% GA	25% GA	35% GA
1	Całkowita zawartość asfaltu, B	[% masy]	-	-	4,6	4,6	4,6	4,6
2	Zawartość asfaltu nierozpuszczalnego, S	[% masy]	PN-EN 12697-1	-	4,4	4,4	4,4	4,4
3	Zawartość asfaltu nierozpuszczalnego	[% masy]	TP Asphalt – StB Teil 1	-	0,2	0,2	0,2	0,2
4	Gęstość (metoda A w wodzie) pmv	[Mg/m ³]	PN-EN 12697-5	2x75 uderzeń	2,522	2,534	2,531	2,540
5	Gęstość objętościowa ρ_{bssd} mma	[Mg/m ³]	PN-EN 12697-6	2x75 uderzeń	2,398	2,412	2,404	2,410
6	Zawartość wolnych przestrzeni w mma V_m	[% masy]	PN-EN 12697-8	2x75 uderzeń	4,9	4,8	5,0	5,1
7	Wypełnienie wolnych przestrzeni asfaltem VFB	[% masy]	PN-EN 12697-8	2x75 uderzeń	67,8	68,4	67,4	67,0
8	Zawartość wolnych przestrzeni w mm VMA	[% masy]	PN-EN 12697-8	2x75 uderzeń	15,3	15,2	15,5	15,4

Również w przypadku mieszanki mineralno-asfaltowej przeznaczonej do warstwy wiążącej parametr wolnej przestrzeni został uzyskany na zbliżonym poziomie.

3.1. Wyniki badań ITSR

Następnym etapem projektu było wykonanie badań funkcjonalnych oraz powiązanych funkcjonalnie wszystkich mma oraz weryfikacja otrzymanych wyników w celu ustalenia, czy mma z zastosowaniem większej zawartości granulatu asfaltowego cechuje się gorszymi parametrami, czy też nie. Dla wszystkich wariantów AC 16 W 35/50 oraz AC 22 P 35/50 wykonano zgodnie z PN-EN 12697-30 po osiem próbek do badań ITSR. Wytypowano 6 próbek celem odrzucenia tych, które cechowały się największymi różnicami w gęstości objętościowej oznaczonej zgodnie z PN-EN 12697-6. Następnie podzielono je na dwa zestawy, zestaw suchy został poddany kondycjonowaniu w warunkach otoczenia, natomiast zestaw mokry został poddany jednemu cyklowi zamrażania w temp. $-18^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$. Wyniki badań ITSR otrzymane dla poszczególnych mma przedstawione zostały w tabeli 3.

Tabela 3. Zestawienie wyników badań ITSR mma podbudowy i wiążącej.

Lp.	Rodzaj mma	Zawartość granulatu asfaltowego w mieszance mineralnej, [%]	Wynik badania ITSR, [%]
1	AC 22 P 35/50 KR3-4	0,0	70
2	AC 22 P 35/50 KR3-4	15,0	70
3	AC 22 P 35/50 KR3-4	25,0	78
4	AC 22 P 35/50 KR3-4	35,0	78
5	AC 16 W 35/50 KR3-4	0,0	80
6	AC 16 W 35/50 KR3-4	15,0	80
7	AC 16 W 35/50 KR3-4	25,0	83
8	AC 16 W 35/50 KR3-4	35,0	86

Dodatek granulatu asfaltowego na poziomie 15% w przypadku badań ITSR zarówno w przypadku podbudowy jak i wiążącej wykonany wg PN-EN 12697-12 nie ma żadnego wpływu na odporność próbek asfaltowych na działanie wody i mrozu. Dopiero zawartość granulatu asfaltowego na poziomie 25% i 35% pokazuje wpływ granulatu asfaltowego na parametr ITSR. Parametr ITSR względem mma bez zawartości granulatu asfaltowego poprawił się.

3.2. Wyniki badań odporności na koleinowanie

Badanie koleinowania wykonano wg PN-EN 12697-22. Przygotowano po dwie płyty do badań dla każdej z ośmiu mma i poddano badaniom w temperaturze 60°C i 10⁴ cykli obciążeń kołem gumowym. Tabela 4 przedstawia wyniki proporcjonalnej głębokości koleiny PRD_{AIR} oraz nachylenia wykresu koleinowania WTS_{AIR} obydwu warstw.

Tabela 4. Zestawienie wyników badań koleinowania mma do warstwy podbudowy i wiążącej.

Lp.	Rodzaj mma	Zawartość GA w mieszance mineralnej, [%]	Wynik badania WTS _{AIR} , [mm/1tyś. cykli]	Wynik badania PRD _{AIR} , [%]
1	AC 22 P 35/50 KR3-4	0,0	0,17	6,7
2	AC 22 P 35/50 KR3-4	15,0	0,10	5,2
3	AC 22 P 35/50 KR3-4	25,0	0,23	7,9
4	AC 22 P 35/50 KR3-4	35,0	0,20	7,7
5	AC 16 W 35/50 KR3-4	0,0	0,15	6,7
6	AC 16 W 35/50 KR3-4	15,0	0,22	8,4
7	AC 16 W 35/50 KR3-4	25,0	0,20	8,2
8	AC 16 W 35/50 KR3-4	35,0	0,12	6,6

3.3. Wyniki badań zmęczeniowych

Badania trwałości zmęczeniowej oraz sztywności zostały wykonane dla mieszanki mineralno-asfaltowej bez dodatku granulatu asfaltowego jako punkt odniesienia celem porównania sztywności i trwałości zmęczeniowej oszacowanej dla mma z zastosowaniem granulatu asfaltowego. W przypadku badań trwałości zmęczeniowej oraz sztywności polskie wytyczne techniczne nie przewidują minimalnych bądź maksymalnych wymagań dla mma przeznaczonych do warstwy podbudowy i wiążącej. Wyniki badań trwałości zmęczeniowej oraz sztywności zostały przedstawione w tabeli 5.

Tabela 5. Zestawienie wyników badań trwałości zmęczeniowej i sztywności warstw podbudowy i wiążącej.

Lp.	Rodzaj mma	Zawartość GA w mieszance mineralnej, [%]	Sztywność, S [MPa]	Trwałość zmęczeniowa ϵ_6 [$\mu\text{m}/\text{m}$]
1	AC 22 P 35/50 KR3-4	0,0	12921	124
2	AC 22 P 35/50 KR3-4	15,0	14251	121
3	AC 22 P 35/50 KR3-4	25,0	12782	135
4	AC 22 P 35/50 KR3-4	35,0	9380	140
5	AC 16 W 35/50 KR3-4	0,0	11214	132
6	AC 16 W 35/50 KR3-4	15,0	11621	133
7	AC 16 W 35/50 KR3-4	25,0	10118	141
8	AC 16 W 35/50 KR3-4	35,0	10659	128

3.4. Wyniki badań odporności na pękanie w niskich temperaturach

Celem sprawdzenia właściwości niskotemperaturowych przedmiotowych mma z różnymi zawartościami granulatu asfaltowego wykonano badania odporności na pękanie w niskich temperaturach metodą TSRST wg PN-EN 12697-46. W tabeli 6 przedstawione zostały wyniki przeprowadzonych badań odporności na działanie niskich temperatur. Badanie to również nie jest badaniem wymaganym przez polskie wytyczne techniczne, ale biorąc pod uwagę specyfikę krajowego klimatu rodzaje asfaltów oraz same mma powinny być dobierane w odpowiedni sposób do stref klimatycznych panujących w Polsce.

Tabela 6. Zestawienie wyników badań odporności na pękanie w niskich temperaturach mma do warstw podbudowy i wiążącej.

Lp.	Rodzaj mma	Zawartość GA w mieszance mineralnej, [%]	Uszkodzenie w temperaturze, T_F [$^{\circ}\text{C}$]
1	AC 22 P 35/50 KR3-4	0,0	-18,8
2	AC 22 P 35/50 KR3-4	15,0	-24,0
3	AC 22 P 35/50 KR3-4	25,0	-19,3
4	AC 22 P 35/50 KR3-4	35,0	-23,9
5	AC 16 W 35/50 KR3-4	0,0	-22,1
6	AC 16 W 35/50 KR3-4	15,0	-22,2
7	AC 16 W 35/50 KR3-4	25,0	-21,6
8	AC 16 W 35/50 KR3-4	35,0	-21,9

4. Podsumowanie

Założeniem projektu było wykonanie 8 badań typu do dwóch warstw nawierzchni. Celem było wykazanie, iż mma ze zwiększoną zawartością granulatu asfaltowego może konkurować z mma wykonaną z nowych materiałów. We wszystkich ośmiu przypadkach udało się osiągnąć cel. W celu wykonania porównań otrzymanych badań typu ustalono, iż kryterium wspólnym dla wszystkich mma będzie zawartość wolnej przestrzeni Vm. Założono również, iż wszystkie krzywe mieszanek mineralno-asfaltowych muszą mieścić się w krzywych granicznych wymaganych przez polskie wytyczne techniczne. Ponadto powinny spełniać również ustalone w wytycznych technicznych wymagania dla poszczególnych parametrów do odpowiednich warstw. Na podstawie wykonanych badań udowodniono, iż jest możliwe spełnienie i zarazem utrzymanie odpowiednich parametrów mieszanek mineralno-asfaltowych wymaganych przez wytyczne techniczne.

Przeanalizowano wpływ dodatku granulatu asfaltowego na mieszanki mineralno-asfaltowe, zarówno na ich parametry podstawowe jak i na trwałość zmęczeniową, sztywność, odporność na działanie wody i mrozu oraz właściwości związane z odpornością na pękanie w niskich temperaturach.

Na podstawie przeprowadzonych badań laboratoryjnych, a także dokonanych obserwacji w trakcie ich wykonywania można wysunąć następujące wnioski:

- Możliwe jest wykonanie mieszanek mineralno-asfaltowych ze zwiększoną zawartością granulatu asfaltowego i utrzymanie parametrów zawartości wolnej przestrzeni na zbliżonym poziomie.
- Aby móc wykonać badanie typu ze zwiększoną zawartością granulatu asfaltowego granulat ten musi być jednorodny.
- Zwiększona zawartość granulatu asfaltowego nie wpływa negatywnie na parametr ITSR. Dotyczy to każdej z przebadanych mieszanek mineralno-asfaltowych.
- Zaobserwowano niewielką poprawę parametru ITSR dla każdej mma, która zawiera 25% lub więcej granulatu asfaltowego.
- Otrzymane wyniki badań koleinowania potwierdzają przydatność mma do warstwy podbudowy oraz wiążącej z dodatkiem granulatu asfaltowego w ilości 35% nawet do najwyższej kategorii ruchu.
- Dodatek granulatu asfaltowego na poziomie 15% do mma powoduje największe pogorszenie się parametrów zarówno WTSAIR jak i PRDAIR.
- Wzrost zawartości granulatu asfaltowego zarówno w warstwie podbudowy jak i w warstwie wiążącej nie powoduje spadku trwałości zmęczeniowej tych mma.
- Najwyższą sztywnością określoną wg PN-EN 12697-26:2012, załącznik B cechują się warianty mieszanki mineralno-asfaltowej do warstwy wiążącej i podbudowy wykonane z zastosowaniem granulatu asfaltowego w ilości 15%.
- W przypadku wykonanych badań sztywności wg PN-EN 12697-26:2012, załącznik B nie jest możliwe jednoznaczne określenie, że wraz ze wzrostem zastosowanej ilości granulatu asfaltowego następuje pogorszenie lub poprawa tego parametru.
- W przypadku mma do warstwy podbudowy jak i do warstwy wiążącej wzrost ilości granulatu asfaltowego nie pogorszył odporności tych mma na działanie niskich temperatur.
- Stosowanie granulatu asfaltowego w znacznym stopniu pozwala ograniczyć ilość świeżego asfaltu jaki jest konieczny do wykonania mieszanek mineralno-asfaltowych.
- Stosowanie granulatu asfaltowego do produkcji mma zapewnia jego możliwie najwyższe i pełnowartościowe wykorzystanie.
- W celu zastosowania w mma podwyższonej zawartości granulatu asfaltowego musi on zostać odpowiednio zabezpieczony po przejściu przez proces granulacji.
- Granulat asfaltowy powinien cechować się możliwie najniższą do osiągnięcia wilgotnością naturalną celem zapewnienia możliwie najwyższej wydajności pracy wytwórni mas asfaltowych.
- W przypadku zastosowania granulatu asfaltowego do mma do warstw podbudowy i wiążącej z zawartością 35% granulatu asfaltowego można ograniczyć ilość świeżego asfaltu nawet o 1,5% w stosunku do mma.
- Dodatek granulatu asfaltowego powoduje również oszczędności związane ze stosowaniem mniejszej ilości wypełniacza wapiennego.
- W przypadkach warstw podbudowy i wiążącej z udziałem granulatu asfaltowego ograniczono do zera stosowanie wypełniacza wapiennego.

- Stosowanie granulatu asfaltowego do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych pozwoli na znaczne ograniczenie stosowania nowych kruszyw, co pozwoli ograniczyć koszty produkcji.

Literatura

- 1 ZTV Asphalt-StB, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, 2007,
- 2 TL Asphalt-StB 07, Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen, FGSV, 2007,
- 3 TL Gestein-StB, Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau, Blatt 10, 2004/Frassung 2007,
- 4 TL AG-StB 06 T Technische Lieferbedingungen für Asphaltgranulat, FGSV, 2006,

Recycled Asphalt Pavement (RAP) as a fully valuable component of the HMA mixes

Piotr Koźlarek

A Research Lab, TPA Sp. z o. o., e-mail: piotr.kozlarek@tpaqi.com

Abstract: Currently produced HMA mixes have to meet a certain requirements for a finished product. European product standards and Polish technical guidelines contain all relevant regulations and requirements regarding HMA. Polish technical guidelines WT 2-2010 reduce also the maximum amount of RAP in HMA without taking into consideration the technical capabilities of asphalt mixing plants. There are two main methods to introduce the RAP into HMA at the asphalt mixing plant: cold and hot method. The most popular method in Poland is the cold method, where the cold RAP is added directly to the mixer. According to hot method the RAP is first preheated by using special heating drum, and then added to the mixer. Therefore, an attempt was made to prove, that the HMA with increased content of RAP can compete with HMA made of 100% virgin material. Two HMA mixes designated for traffic category 3 to 4 were selected for further tests, namely asphalt base and binder course. Four variants of every mixture type were made with 0, 15, 25 and 35% of RAP. The virgin added binder was the unmodified asphalt type 35/50. The research plan included testing of each mixture's volumetric parameters, as well as, their performance-based and performance-related properties.

Keywords: recycled asphalt pavement, binder, durability, fatigue