

Jednowarstwowa nawierzchnia asfaltowa. Zachodnie wymagania w Polskich realiach

Piotr Koźlarek

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

Streszczenie: Polska sieć drogowa w około 95% składa się z dróg samorządowych. Ich stan techniczny w odniesieniu do stanu sieci autostradowej i sieci dróg krajowych jest zdecydowanie gorszy. Brak środków finansowych to jedna z podstawowych przyczyn tego stanu. W związku z tym poszukuje się technologii, które pozwolą na wykonanie remontu/naprawy możliwie szybko i tanio. Jednowarstwowa nawierzchnia asfaltowa jest takim rozwiązaniem, oferując przy tym podwyższoną trwałość. Za zachodnią granicą technologia ta odnalazła swoją pozycję w przepisach technicznych pod nazwą „Asphalttragdeckschicht”, i została oznaczona jako AC 16 TD. W ścisłym tłumaczeniu hasło to oznacza „nośną ścieralną warstwę (warstwę podbudowy)”. Technologia nawierzchni jednowarstwowej polega na wbudowaniu jednej (pojedynczej) warstwy o grubości od 5 do 10 cm z mieszanki mineralno-asfaltowej, która łączy w sobie funkcje dwóch warstw – warstwy podbudowy oraz warstwy ścieralnej, dzięki czemu jest odporna na oddziaływanie czynników atmosferycznych oraz zapewnia nośność odpowiednią do obciążenia ruchem. Niedostateczne środki finansowe, brak możliwości kilkudniowego wyłączenia z użytkowania drogi wymagającej remontu stało się podstawą do wykonania w dniu 11 maja 2013r., odcinka o długości 220m w Pruszkowie k. Warszawy w technologii nawierzchni jednowarstwowej. Przedsięwzięcie to stało się podstawą do zdobycia nowych pozytywnych doświadczeń z zachodnią technologią użytą w standardowych polskich realiach.

Słowa kluczowe: asfalt, mma, nawierzchnia, uziarnienie, warstwa, wbudowywanie

1. Wprowadzenie

Mieszanka mineralno-asfaltowa (mma) AC TD, składa się przede wszystkim z asfaltu drogowego jako lepszycza oraz mieszanki mineralnej o uziarnieniu ciągłym. Mieszanka mineralno-asfaltowa jest rozkładana i zagęszczana w sposób wykorzystujący technologię na gorąco, a jej skład jest dobrany w taki sposób, aby zapewnić bezpieczną dla ruchu drogowego i odporną warstwę, która zarazem zawierać będzie niewielką zawartość wolnych przestrzeni. Jej szkielet mineralny oraz uziarnienie pod obciążeniem ruchem tylko w małym stopniu ulegają zmianie. Ta mieszanka mineralno-asfaltowa przeznaczona jest do jednowarstwowych nawierzchni dróg lokalnych i samorządowych o niższym natężeniu ruchu jak również do ścieżek rowerowych oraz dla dróg do ruchu pieszego. Wymagania dotyczące AC 16 TD zostały opisane szczegółowo w niemieckich dokumentach technicznych TL Asphalt-StB 07 i ZTV Asphalt-StB 07. W dokumentach tych zostały zebrane wszystkie parametry jakimi powinna cechować się mieszanka mineralno-asfaltowa przeznaczona do wykonania jednowarstwowej nawierzchni asfaltowej oraz nawierzchnia jednowarstwowa po wbudowaniu i zagęszczeniu na budowie. Wymagania dotyczące AC 16 TD na podstawie niemieckich przepisów TL Asphalt-StB 07 i ZTV Asphalt-StB 07 zostały przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1. Wymagania dla AC 16 TD do jednowarstwowych nawierzchni.

Lp.	Opis-cecha	Jednostka	Wymagania wobec AC 16 TD
Materiały			
1	Kruszywo, zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej	[%]	C _{NR}
2	Lepiszcze, typ i rodzaj		70/100 50/70 160/220
Skład mieszanki mineralno-asfaltowej			
3	Uziarnienie, przechodzi przez sito		
	22,4 mm	[% m/m]	100
	16,0 mm	[% m/m]	90 – 100
	11,2 mm	[% m/m]	80 – 90
	2,0 mm	[% m/m]	30 – 50
	0,125 mm	[% m/m]	8 – 20
	0,063 mm	[% m/m]	6 - 11
4	Minimalna zawartość lepiszcza	[%]	B _{min} 5,4
5	Zawartość wolnych przestrzeni	[%]	V _{min} 1,0 V _{max} 3,0
Warstwa			
6	Grubość	[cm]	5,0 – 10,0
7	Wskaźnik zagęszczenia	[%]	≥97,0
8	Zawartość wolnej przestrzeni, V _m	[%]	≤6,5

Wymagania dotyczące kruszyw zostały szczegółowo opisane w załączniku A do TL Asphalt-StB 07. Do mieszank mineralno-asfaltowych typu AC 16 TD stosuje się ze względów przede wszystkim ekonomicznych asfalty drogowe niemodyfikowane, zazwyczaj są to 70/100 i 50/70. Ich zastosowanie uwarunkowane jest również możliwością wykorzystywania w Niemczech podczas produkcji takich mieszank granulatu asfaltowego pochodzącego z istniejących nawierzchni, który zawiera postarzony już technologicznie i eksploatacyjnie asfalt. Krzywe uziarnienia powinny zawierać się w przedziałach podanych w tabeli nr 1. Uziarnienie tego typu posiada charakter ciągły, nie mniej jednak charakteryzuje się zwiększoną zawartością grubych frakcji kruszyw, przez co taka mieszanka jest w stanie w ten sposób zapewnić zwiększoną odporność warstwy na niszczące oddziaływanie ruchu pojazdów. Minimalna zawartość asfaltu całkowitego B min wynosi 5,4 %, co ma za zadanie zapewnić odpowiednio niską zawartość wolnych przestrzeni w mieszance mineralno-asfaltowej oraz w warstwie po zakończeniu procesu wbudowywania i zagęszczania, a co za tym idzie odpowiednią trwałość ze względu na warunki atmosferyczne. Dodawanie granulatu asfaltowego powoduje zazwyczaj domknięcie mma poprzez większą zawartość frakcji drobnych jakie powstają w granulacie podczas procesów przetwarzania maszynowego (proces frezowania oraz granulacji).

Cechy charakterystyczne dla mma, takie jak odporność na koleinowanie, lub odporność na działanie wody i mrozu, nie są w Niemczech wymagane. Na podstawie wielu pozytywnych doświadczeń z eksploatacji tego typu nawierzchni uznano, iż odporność na odkształcenia trwale została zapewniona poprzez odpowiednio ustalone uziarnienie. Dodatkowo mieszanka AC 16 TD jest dedykowana i przeznaczona dla dróg lokalnych, które cechują się znacznie mniejszym natężeniem ruchu. Negatywne oddziaływanie wody i mrozu jest zdecydowanie niższe dla mieszank stosunkowo zamkniętych, do jakich należą

mieszanki mineralno-asfaltowe typu AC 16 TD. Technologia nawierzchni jednowarstwowej ze względów ekonomicznych w wielu przypadkach może być stosowana bez wykonywania frezowania profilującego. Ponadto dopuszcza się możliwość, a wręcz nakazuje rezygnację z wbudowywania warstwy wyrównawczej na starych, istniejących warstwach nawierzchni na których został przewidziany remont lub naprawa. Rezygnacja z procesu frezowania lub wykonania asfaltowej warstwy wyrównawczej może czasem wiązać się nieco gorszymi parametrami równości nawierzchni, co nie jest aż tak ważne przy remontach i naprawach dróg lokalnych.

2. Jednowarstwowa nawierzchnia asfaltowa.

Odcinek doświadczalny

W 2013r. w Pruszkowie k. Warszawy został wykonany pierwszy odcinek o długości 220 m w technologii nawierzchni jednowarstwowej przy użyciu mieszanki mineralno-asfaltowej AC 16 TD. Nawierzchnia asfaltowa została wykonana w oparciu o doświadczenia niemieckie. Mieszanka mineralno-asfaltowa została ułożona na istniejących warstwach asfaltowych po wcześniejszym odpowiednim ich oczyszczeniu, uzupełnieniu ubytków, a następnie skropieniu emulsją asfaltową. Istniejąca nawierzchnia przez długi okres czasu była poddawana wysokim obciążeniom związanym z lokalizacją Miejskiego Zakładu Oczyszczania i pobliską wytwórnią mieszanek asfaltowych (WMA). Nawierzchnia jest nadzorowana i zarządzana przez władze miasta, które niestety nie posiadało odpowiednich możliwości i środków finansowych, które mogłyby zostać przeznaczone na ten remont. Były one bardzo ograniczone, dlatego m. in. standardowa technologia nie mogła zostać zastosowana. Z uwagi na to zaczęto zastanawiać się nad znalezieniem rozwiązania alternatywnego, takiego które pozwoliłoby na wykonanie naprawy nawierzchni w tani i zarazem szybki sposób. Badanie typu mma AC 16 TD zostało opracowane zgodnie z niemieckim dokumentem technicznym TL Asphalt-StB 07, przy zastosowaniu drogowego asfaltu 50/70 oraz 13% granulatu asfaltowego, którego użycie pozwoliło na znaczne obniżenie kosztów wytworzenia mma.

Standardowa konstrukcja jaka zostałyby wykonana w realiach polskich wg obowiązujących w Polsce dokumentów technicznych składałaby się najprawdopodobniej z pakietu warstw (wiążąca + ścieralna, lub podbudowa + ścieralna) co stanowiłoby kosztowne rozwiązanie. Decyzja o wykonaniu jednowarstwowej nawierzchni asfaltowej już z założenia wyeliminowała jeden proces technologiczny jakim jest wykonanie nawierzchni asfaltowej w dwóch warstwach. Nawierzchnia „Asphalttragdeckschicht” ułożona została na grubość od 6 do 7 cm. Zastąpiła w ten sposób dwie klasyczne warstwy z betonu asfaltowego, wiążącą (wyrównawczą) oraz ścieralną. W opisywanym przypadku, ruch na przedmiotowym odcinku kwalifikowany był jak dla kategorii KR1-2, co niestety nie ma realnego odzwierciedlenia w rzeczywistości w stosunku do przenoszonych obciążeń. Było to przyczyną powstania w dotychczas istniejącej nawierzchni różnego rodzaju uszkodzeń oraz spękań przede wszystkim siatkowych. Głównie z uwagi na to powstał pomysł zastosowania technologii nawierzchni jednowarstwowej AC 16 TD, a najważniejszą ideą pomysłu było niestosowanie standardowych mma jak do kategorii ruchu KR1-2, ponieważ nie cechują się one właściwą odpornością na występujący na tej drodze ruch. Z uwagi na występujące podwyższone ryzyko związane z wykonaniem standardowych warstw asfaltowych, przyjęto za optymalne rozwiązanie technologię nawierzchni jednowarstwowej.

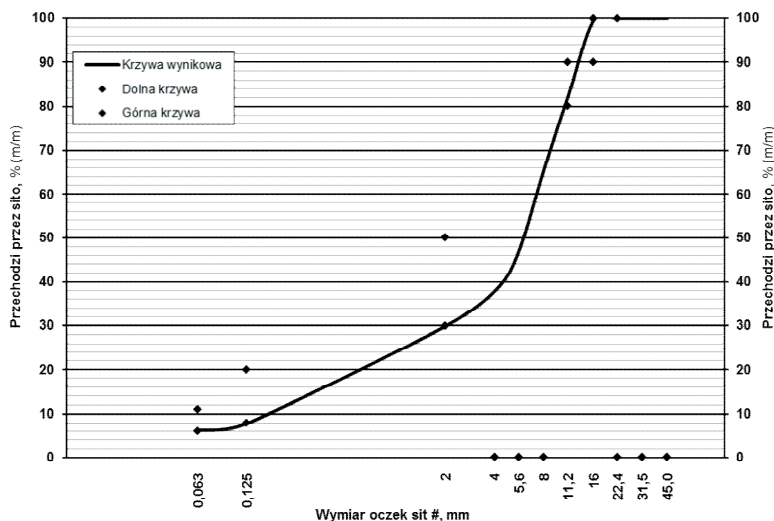
3. Badanie typu

Biorąc pod uwagę warunki obciążeniowe panujące na opisywanej ulicy zostało opracowane badanie typu dla mma, która miała spełniać wymagania określone zgodnie z TL Asphalt STB 07. Przede wszystkim mma powinna cechować się niską zawartością wolnych przestrzeni. Ponadto przy założeniu, iż mma miała zostać wbudowywana na docelową grubość warstwy od 6 cm do 7 cm postawiono wymaganie dodatkowe. Parametr odporności na deformacje trwałe powinien zostać uzyskany na zadowalającym poziomie (wartość parametru PRD_{AIR} poniżej 8%). Wszystkie parametry jakie zostały uzyskane dla badania typu mma AC 16 TD zostały przedstawione w tabeli 2.

Tabela 2. Parametry badania typu AC 16 TD.

Lp.	Opis-cecha	Norma badawcza	Energia lub wskaźnik zagęszczenia	Wynik badania typu	Kategoria wymagana
1	Zawartość asfaltu całkowitego B, [% m/m]	-	-	5,3	$B_{min}5,4$ $\alpha*B_{min}5,3$
2	Zawartość asfaltu rozpuszczalnego S (metoda obliczeniowa), [% m/m]	PN-EN 12697-1	-	5,1	-
3	Zawartość asfaltu nierozpuszczalnego, [% m/m]	TP Asphalt – StB Teil 1	-	0,2	-
4	Zawartość wolnych przestrzeni w mma Vm, [% objętości]	PN-EN 12697-8	2x50 uderzeń	1,7	$V_{min}1,0$ $V_{max}3,0$
5	Wypełnienie wolnych przestrzeni asfaltem VFB, [% objętości]	PN-EN 12697-8	2x50 uderzeń	87,9	-
6	Zawartość wolnych przestrzeni w mm VMA, [% objętości]	PN-EN 12697-8	2x50 uderzeń	13,9	-
7	Średnie nachylenie wykresu koleinowania WTS_{AIR} , [mm/10 ³ cykli]	PN-EN 12697-22	P98 - P100	0,1	WTS_{AIRNR}
8	Średnia proporcjonalna głębokość koleiny PRD_{AIR} , [%]	PN-EN 12697-22	P98 - P100	7,9	PRD_{AIRNR}
9	Splywność lepiszcza D, [%]	PN-EN 12697-18	-	0,2	D_{NR}

Wykonano kilka wariantów głównie związanych ze zmianą przebiegu krzywej uziarnienia w celu uzyskania najbardziej optymalnych jakościowo parametrów pod względem stabilności. Warianty te zostały wykonane z różnymi zawartościami granulatu asfaltowego oraz różnymi zawartościami asfaltu w stosunku do mieszanki mineralnej. Najbardziej optymalnym szkieletem mineralnym mma okazał się wariant, którego projektowana krzywa znalazła się tuż nad dolnymi punktami granicznymi wg TL Asphalt-StB 07, co przedstawione jest na wykresie 1.



Rys. 1. Krzywa uziarnienia mma AC 16 TD

4. Technologia nawierzchni jednowarstwowej w praktyce.

Podczas remontu zrezygnowano z procesu frezowania, podjęto również decyzję o nie stosowaniu wyrównawczej warstwy, z uwagi na fakt, iż istniejące nierówności były nie wielkie i nie powinny wpływać w znaczny sposób na wynikową równość warstwy co do której nie przewidziano jakichkolwiek wymagań. Zostały uzupełnione ubytki w istniejącej nawierzchni (Fot. 1.), po czym istniejąca nawierzchnia została oczyszczona, a następnie skropiona emulsją asfaltową w celu uzyskania właściwego połączenia między-warstwowego dla pakietu warstw istniejących i nowej nawierzchni.



Fot. 1. Nawierzchnia drogi przed wykonaniem skropienia

Do wykonania mieszanki AC 16 TD został wykorzystany dodatkowo stabilizator mastyksu podawany na WMA w formie granulatu w ilości 0,4% w stosunku do mma. Wydajność podczas produkcji mieszanki AC 16 TD z zastosowaniem dodatku granulatu asfaltowego w wysokości 13 % kształtowała się na poziomie 100 Mg/h. Całkowita ilość wyprodukowanej mma na potrzeby remontu wyniosła około 226 ton. Odcinek o szerokości około 6m na czas wbudowania został wyłączony z użytkowania co pozwoliło na wbudowanie mma bez wykonywania podłużnego połączenia roboczego (Fot. 2).



Fot. 2. Wbudowywanie i zagęszczenie warstwy

Podczas wbudowywania mma miała strukturę jednorodną nie wykazując przy tym żadnych negatywnych cech. Temperatura w trakcie rozkładania kształtowała się na poziomie około 165°C. Wbudowywanie jak i zagęszczanie przebiegało w standardowy sposób bez konieczności stosowania jakichkolwiek zmian w porównaniu do tradycyjnej warstwy ścieralnej. Do zagęszczania zostały zastosowane dwa walce o ciężarze 8 i 12 ton.

Cały odcinek został ukończony w ciągu kilku godzin od rozpoczęcia prac i jeszcze tego samego dnia, po częściowym wystudzeniu, oddany do eksploatacji. Wyniki badań jakie zostały uzyskane dla wbudowanej mma oraz zagęszczonej warstwy zostały przedstawione w tabeli 3.

Tabela 3. Zestawienie uzyskanych wyników badań wykonanych dla mma AC 16 TD.

Lp.	Opis-cecha	Norma badawcza	Energia lub wskaźnik zagęszczenia	Wynik badania	Kategoria wymagana
1	Zawartość asfaltu rozpuszczalnego S (metoda obliczeniowa), [% m/m]	PN-EN 12697-1	-	4,8	5,1±0,3
2	Zawartość wolnych przestrzeni w mma V _m , [% objętości]	PN-EN 12697-8	2x50 uderzeń	2,9	V _{min} 1,0 V _{max} 3,0
3	Wypełnienie wolnych przestrzeni asfaltem VFB, [% objętości]	PN-EN 12697-8	2x50 uderzeń	79,7	-
4	Zawartość wolnych przestrzeni w mm VMA, [% objętości]	PN-EN 12697-8	2x50 uderzeń	14,2	-
5	Średnie nachylenie wykresu koleinowania WTS _{AIR} , [mm/10 ³ cykli]	PN-EN 12697-22	-	0,18	WTS _{AIRNR}
6	Średnia proporcjonalna głębokość koleiny [PRD _{AIR} , %]	PN-EN 12697-22	-	6,3	PRD _{AIRNR}
7	Grubość, [cm]	TL Asphalt StB 07	-	od 6 do 7	5,0 – 10,0
8	Wskaźnik zagęszczenia, [%]	ZTV Asphalt StB 07	-	98,2	≥97
9	Zawartość wolnych przestrzeni w warstwie V _m , [% objętości]	ZTV Asphalt StB 07	-	4,7	≤6,5

Podczas wbudowywania mieszanka mineralno-asfaltowa wykazywała dobrą zagęszczalność, a sam proces zagęszczania przebiegał w sposób przewidywalny (zgodnie z założeniami produkcji).

5. Wnioski.

Po upływie czterdziestu dni od wykonania nawierzchni AC 16 TD w technologii jednowarstwowej wykonano inspekcję odcinka, która miała na celu przegląd stanu istniejącej nawierzchni (Fot. 3).



Fot. 3. Nawierzchnia drogi w technologii jednowarstwowej w trakcie eksploatacji.

Podczas przeglądu nawierzchni nie stwierdzono żadnych negatywnych cech dla nawierzchni w trakcie eksploatacji. Nie zauważono jakichkolwiek pęknięć, czy kolein od ruchu ciężkiego, zastano nawierzchnię w stanie bardzo dobrym. Kolejne oględziny wykonano w marcu 2014r. (po upływie zimy), wówczas również nie stwierdzono żadnych wad nawierzchni.

Biorąc pod uwagę dotychczasowe doświadczenia oraz otrzymane wyniki badań do zalet technologii jednowarstwowej nawierzchni typu AC 16 TD wykonanej w oparciu o niemieckie wymagania techniczne można zaliczyć przede wszystkim odporność na powstawanie odkształceń trwałych głównie ze względu na skład mieszanki oraz ekonomiczną efektywność w odniesieniu do standardowych mma wykonywanych w konstrukcji dwuwarstwowej. Ponadto istnieje możliwość rezygnacji z frezowania całkowicie lub częściowo, a także nie ma konieczności wykonywania warstwy wyrównawczej co uwarunkowane jest poziomem wymagań odnoszącym się do równości wyremontowanej nawierzchni. Podstawowym i zarazem koniecznym warunkiem do spełnienia jest uzyskanie jednorodnego zagęszczenia oraz homogenicznej warstwy. Do indywidualnego rozpatrzenia pozostają zagadnienia związane z prawidłowym przygotowaniem podłoża bazowego pod warstwę AC 16 TD i doprowadzenie go do odpowiedniego dla danych okoliczności stanu.

Dzięki wykonaniu przez firmę STRABAG Sp. z o.o. nawierzchni jednowarstwowej na ulicy S. Bryły w Pruszkowie w ścisłej współpracy z laboratorium badawczym TPA Sp. z o.o. wdrożono kolejną nową technologię do polskich realiów. Zachodnie wymagania odniesione do polskiej praktyki przy budowie i odnowie dróg lokalnych znalazły zastosowanie, a technologia nawierzchni jednowarstwowej okazała się być efektywną i nie skomplikowaną w polskiej rzeczywistości, a tym samym stanowi alternatywę dla napraw i remontów dróg samorządowych o niższych kategoriach obciążenia ruchem.

Literatura

- 1 Ruttmar I., Koźlarek P. Jednowarstwowa nawierzchnia asfaltowa AC 16 TD – odcinek doświadczalny w Pruszkowie, Prezentacja TPA, Seminarium JRS eSeMA 2014, Zakopane.
- 2 Graf-Bubeshaim K. Jednowarstwowa nawierzchnia asfaltowa. Ekonomiczna koncepcja nawierzchni asfaltowej na drogach o średnim obciążeniu ruchem. Seminarium JRS eSeMA 2011, Zakopane.
- 3 Szymaniak K. JRS Polska Sp. z o.o. Jednowarstwowa nawierzchnia na drogach lokalnych. Materiały Budowlane nr 4 (2011) 50-51.
- 4 TL Asphalt-StB 07, Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen, FGSV (2013) 18.
- 5 ZTV Asphalt-StB 07, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, FGSV (2013) Blatt 10.
- 6 TL Gestein-StB, Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau, Blatt 10, 2004/Frassung, FGSV (2007).

Monolayer asphalt pavement. Western requirements in Polish realities

Piotr Koźlarek

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

Abstract: Polish road network is made up of 95% local roads. Their technical condition is much worse in comparison to motorways and national roads network. The lack of financial resources is one of the main reasons for this situation. That is why there is a continuous search for technologies, that allow for fast and cheap pavement repair or modernization. The monolayer asphalt pavement is such a solution offering in addition to cost effectiveness and shorter construction time, also an increased durability. Our western neighbors developed the technical regulations for this technology under the name "Asphalttragdeckschicht" which is marked as AC 16 TD. In direct translation "Asphalttragdeckschicht" means supporting wearing course / base layer. The monolayer asphalt pavement consists of a single layer with thickness between 5 to 10 cm made of HMA that links the functions of two layers – asphalt base course and asphalt wearing course. Thanks to this, the monolayer is resistant to environmental conditions and provides an adequate bearing capacity for a given traffic load. Insufficient funding and the impossibility to put the street out of operation were the bases for the investor's decision to build a 220m section of road pavement using the monolayer pavement technology in Pruszków near Warsaw. This project gave the possibility to learn and gain an experience with a new western technology applied to Polish reality.

Keywords: binder, HMA, surface, gradation, layer, laydown