

## **POLSKIE DOŚWIADCZENIA W ZAKRESIE RECYKLINGU NAWIERZCHNI ASFALTOWYCH NA GORĄCO W WYTWÓRNI (Hot recycling of asphalt pavements in stationary asphalt plants – Polish experiences)**

### **Streszczenie**

W referacie omówiono dotychczasowe doświadczenia dotyczące stosowania recyklingu nawierzchni asfaltowych na gorąco w otaczarkach.

Ponowne wykorzystywanie materiałów w nawierzchniach asfaltowych zarówno w remontach jak i w budowie nowych dróg ( przy zastosowaniu różnych rozwiązań technologicznych) rozwija się w Polsce, w różnym tempie, od około 10 lat.

Jedną ze stosowanych technologii jest technologia recyklingu w otaczarkach służących do wytwarzania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Około 5% otaczarek w Polsce, jest przystosowanych do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych z wykorzystaniem materiału z frezowania starej nawierzchni (tzw. destruktu asfaltowego).

Omawiana technologia znajduje zastosowanie przede wszystkim do wykonywania warstw podbudów i warstw wiążących, natomiast do warstw ścieralnych stosowana jest jeszcze w bardzo ograniczonym zakresie.

Według dotychczasowych doświadczeń możliwe jest stosowanie destruktu w ilości:

- do 35 % (m/m) do warstw podbudów,
- do 25 % do warstw wiążących, a w szczególnych przypadkach nawet do 35% (m/m),
- ok. 10% m/m (a w niektórych przypadkach do 15% m/m) do warstw ścieralnych.

Dotychczasowe doświadczenia są bardzo zachęcające. Techniczne rezultaty udowadniają możliwość i celowość tej technologii, która ze względu na ekologię powinna być podstawowym rozwiązaniem przy remontach nawierzchni asfaltowych.

Na szersze stosowanie tej technologii ma wpływ szereg czynników organizacyjno – ekonomicznych. Konieczne jest, już na etapie przygotowywania dokumentacji technicznej robót, opracowywanie szczegółowych rozwiązań technologicznych uwzględniających pełne i właściwe technicznie wykorzystywanie destruktu.

### **Abstract**

The lecture presents hitherto existing results of hot recycling of asphalt pavements in stationary asphalt plants.

Different kinds of paving materials recycling are becoming more and more popular in Poland lately. Recycling is very important for environment protection and for cost saving but positive economic effects are not always obtained.

At present hot recycling in asphalt plant is more often used than before. About 5% of asphalt plants located in Poland are adapted for using removed asphalt pavement (RAP) in hot-mix production.

Hot-mix with addition of recycled asphalt is used usually for base course and binder course; for wearing course is used rarely.

At present RAP is used at bellow stipulated percentage:

- up to 35 % for asphalt base course,
- up to 25 % for binder course (sometimes, in special cases - up to 35%),
- up to 10% (sometimes up to 15%) for wearing course.

Current results of hot recycling in asphalt plant are promising. Properties of final mixtures prove that recycling is the right solution from the technical point of view and taking into account environmental aspects, recycling of paving materials should be advocated as a basic solution for road maintenance. Recycling is influenced by some administrative and economic factors and due to that fact it is necessary to carefully investigate all maintenance projects and program in more detail RAP management.

## 1. Wprowadzenie

W Polsce pierwsze próby recyklingu nawierzchni asfaltowych na gorąco w otaczarkach (wytwórniami mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco) były wykonane przed niespełną dziesięć laty metodą bezpośredniego dozowania do mieszalnika otaczarki dodatku 10÷15 % (m/m) materiału pochodzącego z frezowania asfaltowych warstw ścieralnych.

Pierwsze próby wykonano na drogach niższych klas technicznych, gdzie obciążenie ruchem było niewielkie (kategoria ruchu KR1 i KR2 wg [9]), a destruktu pochodził z frezowania warstw wykonanych z mieszanek mineralno-asfaltowych gdzie stosowano drobnoziarniste kruszywo (<12,8 mm), które zawierało 30-50% (m/m) ziaren powyżej 2 mm. Po frezowaniu kruszywo w destrukcie ulegało dalszemu rozkruszeniu. Z tego względu okazało się, że do recepty na nową mieszankę nie można było wprowadzić więcej uzyskanego destruktu asfaltowego niż 25 % (m/m) do warstw podbudowy i do 20 % (m/m) do warstw wiążących. Bilans cieplny gorącego kruszywa i zimnego destruktu asfaltowego oraz praktyczne próby produkcji mieszanek potwierdziły, że przy metodzie dozowania destruktu bezpośrednio do mieszalnika otaczarki górną granicą dodatku destruktu jest 20% (m/m).

W kilku przypadkach, przy ruchu KR1, zastosowano 15 % (m/m) dodatek destruktu z frezowania warstwy ścieralnej do wytworzenia mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco w otaczarkach, ( przy dozowaniu destruktu do mieszalnika lub do dozatora kruszywa gorącego), przeznaczonych do wykonania warstw ścieralnych. Najczęściej jednak dodatek destruktu do wytworzenia mieszanki mineralno asfaltowej na gorąco w otaczarce, przeznaczonej do wykonania warstwy ścieralnej, nie przekraczał 10% (m/m) i ograniczał się do nawierzchni dróg obciążonych ruchem poniżej KR2.

Dopiero w połowie lat dziewięćdziesiątych XX wieku zostały opracowane pierwsze projekty przewidujące zastosowanie na większych budowach recyklingu nawierzchni asfaltowych na gorąco w otaczarkach.

Pierwszym dużym przedsięwzięciem, w którym zastosowano recykling nawierzchni asfaltowej w technologii na gorąco w otaczarce był remont nawierzchni dwujezdniowej drogi krajowej Warszawa – Katowice. Remont ten został wykonany w latach 1995 ÷ 1996 na odcinku o łącznej długości 45 km. W ramach tego remontu wykonano nową warstwę ścieralną z dodatkiem 23-25 % (m/m) destruktu asfaltowego pochodzącego ze sfrezowania warstwy ścieralnej. Łącznie zużyto całą ilość pozyskanego z frezowania warstwy ścieralnej to jest prawie 35 000 ton destruktu asfaltowego.

Największym dotychczas przedsięwzięciem, w którym przewidziano i zastosowano taki recykling, był remont nawierzchni autostrady A-4 na ok. 40 kilometrowym odcinku Kraków – Katowice zrealizowanym w latach 1995 -1997, gdzie wykorzystano prawie 100 000 ton destruktu asfaltowego z frezowania warstw ścieralnej i wiążącej do wytworzenia około 285 000 ton mieszanek betonu

asfaltowego na warstwę podbudowy i warstwę wiążącą. Zastosowanie recyklingu na tym odcinku autostrady zostało dobrze udokumentowane [2] i dlatego szczegółowiej przedstawiono je w niniejszym referacie.

## **2. Doświadczenia z recyklingu autostradowej nawierzchni asfaltowej na gorąco w wytwórni, na odcinku Kraków – Katowice**

### **2.1 Założenia projektowe**

Szczegółowa Specyfikacja Techniczna dla warstwy podbudowy asfaltowej grubości 6 cm z betonu asfaltowego BA 0/25 przewidywała użycie 50÷70 % (m/m) destruktu z warstwy wiążącej, a SST dla warstwy wiążącej o grubości 8 cm z betonu asfaltowego BA 0/20 przewidywała, że destrukta asfaltowy z warstwy ścieralnej będzie stanowił również 50÷70 % (m/m). Założenia te wynikały ze składu betonów asfaltowych, oznaczonych na odwierconych próbkach rdzeniowych, z warstwy ścieralnej oraz z warstwy wiążącej. Składy mieszanek mineralno-asfaltowych w tych warstwach spełniały wymagania ówczesnie obowiązującej normy PN-S-96022:1974.

### **2.2 Badania kwalifikacyjne związane z opracowaniem recepty spełniającej wymagania ST**

SST zawierały wymagania, aby składy mieszanek betonu asfaltowego przeznaczonych do wykonania nowych warstw podbudowy asfaltowej oraz warstwy wiążącej spełniały podwyższone (w stosunku do PN-S-96022) wymagania zawarte w Zasadach opublikowanych przez IBDiM w 1995 r. [1], które poza istotną korektą i zawężeniem krzywych uziarnienia oraz podwyższeniu wymagań wg Marshalla, wprowadziły wymaganie dotyczące modułu sztywności wg metody pełzania pod obciążeniem statycznym 0,1 MPa po 1 godzinie obciążania w temperaturze +40°C, wynoszące nie mniej niż 16 MPa. Korekta uziarnienia, w stosunku do PN-S-96022, polegała na zwiększeniu o około 20 % (m/m) zawartości frakcji grysowej (>2 mm) i obniżeniu o ok. 2 % (m/m) zawartości ziaren wypełniaczowych (<0,075 mm).

Po frezowaniu warstwy ścieralnej, a następnie warstwy wiążącej i wykonaniu ekstrakcji odzyskanych materiałów okazało się, że w procesie frezowania kruszywo mineralne ulega bardzo silnemu rozdrobnieniu i ilość frakcji wypełniaczowych ulega podwyższeniu prawie dwukrotnie, zaś zawartość frakcji grysowej ulega zmniejszeniu o 10 – 20 %. Wykonane w 1998 roku zaprogramowane na autostradzie A-4 próby określenia wielkości rozdrobnienia kruszywa w procesie frezowania pozwoliły stwierdzić, że jest ono zależne od rodzaju frezowanej warstwy i od typu zastosowanej frezarki, co ilustrują tablice 1 i 2 oraz wykresy 1 i 2.

Badania właściwości odzyskanego asfaltu z tych mieszanek wykazały, że jego właściwości mieszczą się w granicach wymagań dla górnego zakresu penetracji asfaltu drogowego D-50 i dolnego zakresu penetracji asfaltu D-70 wg [7], a według [8] odzyskany asfalt spełniał wymagania dla asfaltu drogowego D 50/70. Badania właściwości odzyskanego asfaltu z destruktu na pozostałych budowach, gdzie był stosowany recykling nawierzchni asfaltowych potwierdził to spostrzeżenie. Wynika to prawdopodobnie z tego, że mieszanki mineralno-asfaltowe wbudowywane w nawierzchnie drogowe w latach siedemdziesiątych zawierały stosunkowo dużo lepiszcza i niewielką zawartość wolnych przestrzeni w wykonanych warstwach. Zgodnie z [4] nie wymagały więc zastosowania dodatku środka regenerującego właściwości asfaltu w destrukcie asfaltowym do recyklingu.

**Wyniki badania uziarnienia mieszanki mineralnej wyekstrahowanej z destruktu asfaltowego z frezowania nawierzchni autostrady A-4 w km 222+150, km 222+175 i 222+275,**

frezarką Vielhaben 500 mm. Frezowanie wykonano 31 marca 1998 r.

Temperatura nawierzchni ok. 10<sup>0</sup>C.

Wymiar oczka sita kontrolnego [mm]	Warstwa ścieralna		Warstwa wiążąca		Warstwa podbudowy	
	przed frez.	po frezow.	przed frez.	po frezow.	przed frez.	po frezow.
	km 222+150		km 222+175		km 222+275	
	% (m/m) ziaren wyekstrahowanego kruszywa przechodzącego przez sito:					
1	2	3	4	5	6	7
0,075	11,3	15,7	6,8	12,7	6,5	9,9
0,15	13,0	18,5	7,8	15,4	7,8	12,0
0,18	14,0	20,1	8,6	16,8	8,5	13,1
0,30	18,8	25,7	12,4	21,7	11,6	17,0
0,425	25,3	32,9	17,7	27,7	15,8	21,7
0,85	38,5	46,8	28,6	41,0	24,3	31,6
2,0	48,4	59,7	36,2	54,9	31,7	43,8
4,0	57,1	72,0	42,5	67,8	39,7	58,8
6,3	66,7	82,5	49,6	78,0	47,9	72,5
8,0	74,0	88,4	57,1	83,6	54,4	80,9
9,5	80,1	92,1	63,9	88,6	60,5	87,3
12,5	95,7	98,6	87,6	98,0	82,9	98,0
16	100,0	100,0	97,0	100,0	97,5	100,0
20	100,0	100,0	97,7	100,0	100,0	100,0
25	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

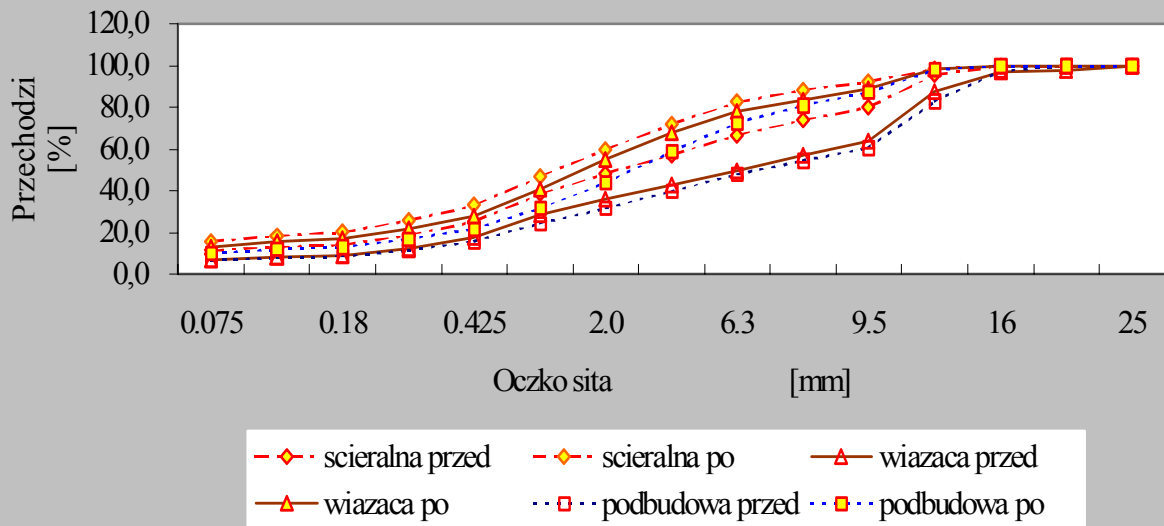
Tabela nr 2

**Wyniki badania uziarnienia mieszanki mineralnej wyekstrahowanej z destruktu asfaltowego z frezowania nawierzchni autostrady A-4 frezarką Wirtgen 2000DC**

Wymiar oczka sita kontrolnego [mm]	% (m/m) ziaren wyekstrahowanego kruszywa przechodzącego przez sito:	
	przed frezowaniem	po frezowaniu
	2	3
20	100,0	100,0
16	97,0	100,0
12,8	90,2	97,6
9,6	78,7	94,4
6,3	65,0	86,0
4,0	53,5	76,2
2,0	42,0	62,6
0,85	33,7	51,8
0,42	24,9	41,1
0,18	12,9	19,7
0,075	9,7	14,3

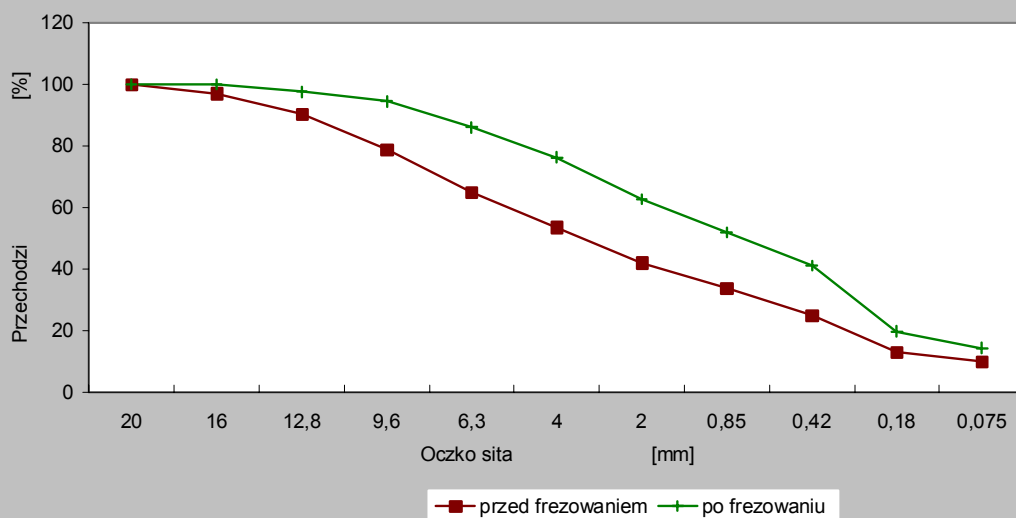
Rysunek 1

ZMIANA UZIARNIENIA MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH WYEKSTRAHOWANYCH Z RÓŻNYCH WARSTW NA WIERZCHNI A-4: (TJ. Z WARSTWY ŚCIERALNEJ, WARSTWY WIĄŻĄCEJ I PODBUDOWY) PRZED ICH SFREZOWANIEM ORAZ PO SFREZOWANIU



Rysunek 2

ZMIANA UZIARNIENIA MIESZANKI MINERALNEJ WYEKSTRAHOWANEJ Z ASFALTOWEJ NA WIERZCHNI A-4, KRAKÓW - KATOWICE, PRZED I PO SFREZOWANIU MASZYNĄ WIRTGEN 2000 DC



Wyniki badań mieszanek mineralnych wyekstrahowanych z materiałów odzyskanych z warstwy ścieralnej i wiążącej posłużyły do zaprojektowania wstępnych składów mieszanek betonów asfaltowych przeznaczonych na warstwę podbudowy i warstwę wiążącą. Wysoka zawartość frakcji wypełniaczowej i zaniżona zawartość frakcji grysowej w destrukcji uniemożliwiła wprowadzenie tych materiałów w ilości większej niż 35% (m/m) do projektowanych nowych mieszanek. Dalsze badania cech fizyko-mechanicznych pozwoliły na zaprojektowanie składów mieszanek betonów

asfaltowych na warstwę podbudowy i wiążącą, które spełniały wymagania Szczegółowych Specyfikacji Technicznych, przy czym do mieszanki przeznaczony na warstwę podbudowy optymalnym dodatkiem okazał się dodatek 25% (m/m) destruktu z warstwy wiążącej wraz z dodatkiem 10% (m/m) destruktu z warstwy ścieralnej. Wyniki badań wykonanych odcinków próbnych potwierdziły uzyskanie wymaganych specyfikacjami technicznymi wysokich parametrów wykonanych warstw.

### **2.3 Wyniki badań mieszanek mineralno-asfaltowych wyprodukowanych na gorąco w otaczarkach z dodatkiem destruktu asfaltowego oraz wnioski z dotychczasowych doświadczeń**

Wyniki badań mieszanek mineralno-asfaltowych wytworzonych z dodatkiem destruktu z warstwy ścieralnej i wiążącej, oraz wytworzonych tylko z nowych materiałów, opublikowane przez Instytut Badawczy Dróg i Mostów [2] potwierdziły, że recykling warstw z betonu asfaltowego z udziałem destruktu w ilości 35 % (m/m) nie pogarsza wartości technicznej warstw podbudowy i warstwy wiążącej. Wdrożenie tej technologii na robotach autostradowych wymagało jednak dodatkowych badań oraz zastosowania odpowiedniej otaczarki dwubębnowej, w której druga suszarka suszyła i podgrzewała destruktu asfaltowy przed jego odważeniem i wprowadzeniem do mieszalnika.

Ze względu na przewidywaną dużą ilość dodawanego destruktu asfaltowego zakupiona do tego celu dwususzarkowa otaczarka (AMMANN EUROMAE 240 Quick) została wyposażona w różnicowy system odważania podgrzanego destruktu, składający się z wagi i zbiornika (wagowego) dużej pojemności (20 t), z którego podawany był przenośnikiem ślimakowym gorący destruktu asfaltowy do mieszalnika porcjami odważanymi (różnicowo) na tej wadze. Ponieważ w procesie produkcyjnym do tego zbiornika wsypywany jest ciągle z suszarki podgrzany destruktu, więc system odważania porcji destruktu do mieszalnika musi uwzględniać ilość destruktu, który wsypuje się z suszarki do zbiornika w trakcie odważania porcji gorącego destruktu do mieszalnika. Z doświadczeń na tym kontrakcie i na innych kontraktach zrealizowanych w latach 1998-2002, wynika, że dokładność omawianego systemu dozowania jest większa przy większym dodatku destruktu, a odpowiednio mniejsza przy niższej jego ilości (< 15 % (m/m)). Dla zapewnienia wymaganej dokładności dozowania konieczne jest precyzyjne ustabilizowanie wstępnego dozowania destruktu asfaltowego do suszarki w ilości wymaganej receptą laboratoryjną.

Dotychczasowe doświadczenia wykazały, że wagowe dozowanie destruktu asfaltowego bezpośrednio do mieszalnika, najczęściej w ilościach 7 ÷ 20 %, zapewnia wymaganą dokładność.

Przy dozowaniu zawilgoconego destruktu asfaltowego bezpośrednio do mieszalnika w momencie jego wprowadzenia do mieszalnika z gorącym kruszywem następuje jednak bardzo gwałtowny proces wydzielania się pary wodnej, która powinna być odprowadzona z mieszalnika odpowiednimi przewodami na zewnątrz. Część otaczarek z instalacjami przystosowanymi w naszym kraju do dozowania destruktu asfaltowego bezpośrednio do mieszalnika jest wyposażona w przewody odprowadzające parę wodną na zewnątrz, a w otaczarkach, w których brak takich przewodów stosowane jest składowanie pod wiatami frezowanych materiałów przewidzianych do recyklingu na gorąco, albo ich zabezpieczanie plandekami przed opadami atmosferycznymi.

### **3. Przeszkody w rozszerzeniu recyklingu nawierzchni asfaltowych na gorąco w otaczarkach**

W Polsce technologia recyklingu nawierzchni asfaltowych na gorąco w otaczarkach po 1997 roku nie przejawia praktycznie żadnej dynamiki rozwojowej i utrzymuje się na poziomie zużycia destruktu asfaltowego ok. 25 tysięcy ton rocznie. Uzyskiwany destrukc asfaltowy z frezowania warstw nawierzchni asfaltowych w przeważającej części wykorzystywany jest przez inwestorów (zarządy dróg) do utwardzania poboczy i dróg gruntowych w technologii stabilizacji mechanicznej oraz do wykonywania dolnych warstw podbudowy przy przebudowach i wzmacnianiu konstrukcji istniejących nawierzchni drogowych warstwami z mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (M-C-E) wytwarzanych na zimno na miejscu lub w centralnych wytwórniach.

Pomimo bardzo udanej realizacji recyklingu asfaltowej nawierzchni autostradowej na odcinku Kraków – Katowice, dokumentacja techniczna dla kolejnego remontowanego (30 km) odcinka tej samej autostrady A-4 od Wrocławia do Opola (węzeł Prądy) ograniczyła nie tylko zakres tej technologii zaledwie do warstwy podbudowy asfaltowej, ale dopuściła jedynie 7 % (m/m) dodatek destruktu asfaltowego z warstwy ścieralnej do mieszanki betonu asfaltowego przeznaczonego na warstwę podbudowy. Łącznie na tym 70 km odcinku autostrady w latach 1997-2000 r. pozyskano 228 500 ton destruktu asfaltowego, a zużyto ok. 26 750 ton jedynie do wytworzenia 382 150 ton mieszanki betonu asfaltowego BA 0/25 (na warstwę podbudowy).

Inicjatywy wykonawców i wyniki wspólnych badań przeprowadzanych z Instytutem Badawczym Dróg i Mostów w większości przypadków ( po 1997 r) nie znajdują zrozumienia w oczach zlecniodawców, a w nielicznych przypadkach dopuszczenia 15% (m/m) dodatku destruktu do mieszanek przeznaczonych na warstwy podbudów asfaltowych i 10 % (m/m) dodatku do mieszanek na warstwy wiążące żąda się jednocześnie obniżenia cen ofertowych na te warstwy o te same ilości procentów. Takie stanowisko zlecniodawców, szczególnie na dużych budowach, nie sprzyja upowszechnianiu się omawianej technologii, gdyż wytwórnie o dużych wydajnościach (> 200 ton/godzinę) wyposażone w równoległe ciągi do suszenia, podgrzewania i wagowego dozowania destruktu asfaltowego są dość kosztownymi urządzeniami zarówno od strony ich zakupu jak i eksploatacji.

Natomiast dla małych zakresów robót zleczanych przez kilkuset mniejszych zlecniodawców ( gminy, powiaty itp.) znajdują się zlecniodawcy akceptujący recykling nawierzchni asfaltowych na gorąco w wytwórniach. Dla takich projektów ekonomicznym rozwiązaniem sprzętowym jest wyposażenie wytwórni w system bezpośredniego dozowania zimnego destruktu asfaltowego do mieszalnika lub do przenośnika gorącego kruszywa.

Niezbyt spójny system polskich przepisów technicznych dotyczących recyklingu nawierzchni asfaltowych na gorąco w wytwórni również nie sprzyja rozwojowi tej technologii. W latach 1992 ÷ 2000 ukazały się cztery przepisy techniczne [3÷6] związane z tą technologią.

Wytyczne [3] można uznać za pierwszy dokument umożliwiający zastosowanie recyklingu nawierzchni asfaltowych na gorąco w otaczarce o wydajności 30 ton godzinę.

Instrukcja [4] w punkcie 9.4 precyzuje wymaganie dotyczące konieczności poprawienia właściwości starego asfaltu, jeśli warstwy nawierzchni asfaltowej będą przetwarzane na gorąco. Jeżeli penetracja starego lepiscza asfaltowego jest mniejsza

od 45x0,1 mm, temperatura mięknięcia jest większa od +57<sup>0</sup>C, a temperatura łamliwości jest wyższa od -6<sup>0</sup>C to należy dodać środek regenerujący lub miękki asfalt drogowy. W punkcie 10 podano wymagania dla cech, jakimi powinien charakteryzować się asfalt w przetworzonej mieszance ( stary lub stary ze środkiem regenerującym w proporcjach ustalonych receptą). Penetracja tego lepiszcza asfaltowego powinna być zawarta w granicach 44 ÷ 85x0,1 mm, temperatura mięknięcia 40÷57<sup>0</sup>C, a temperatura łamliwości < -6<sup>0</sup>C. Instrukcja [4] zawiera dwa ( z czterech) załączniki istotne dla oceny właściwości lepiszcza asfaltowego w recyklowanej warstwie nawierzchni, to jest załącznik 4 opisujący metodykę (opracowaną przez IBDiM, ale nie znormalizowaną) odzysku asfaltu z próbki mieszanki mineralno-asfaltowej oraz załącznik 1, podający sposób ustalenia stosunku ilościowego starego asfaltu do środka regenerującego.

W tym miejscu należy zaznaczyć, że Polski Komitet Normalizacyjny ogłosił w dniu 15 września 2002 r. wykaz norm europejskich uznanych za Polskie Normy, które wchodzi do stosowania od daty ogłoszenia. W tym wykazie znajduje się 10 norm ( w języku angielskim!) dotyczących materiałów do budowy dróg (dział 93.080.20 wg międzynarodowej klasyfikacji ICS), wśród których są normy EN dotyczące metod pobierania i przygotowywania próbek mieszanek mineralno-bitumicznych do badań (oznaczania zawartości lepiszcza, wody i uziarnienia), a także dotyczące metod odzyskiwania asfaltu w wyparce obrotowej (PN-EN 12697-3:2002) i przez destylację (PN-EN 12697-4:2002). Ogłoszone normy, uznane za PN, bez tłumaczenia na język polski, a więc w oryginalnej wersji językowej ustanowionej przez CEN, można nabyć w Wydziale Marketingu i Sprzedaży Biura PKN (ul. Świętokrzyska 14, 00-950 Warszawa). Fakt ten nie pozostanie również bez wpływu na dynamikę wykorzystania destruktu asfaltowego do wytwarzania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco w otaczarkach.

Ogólna Specyfikacja Techniczna D-05.03.11 [5] jest najobszerniejszym przepisem technicznym dotyczącym omawianej technologii, ale nie uwzględniono w niej cyklicznych otaczarek dwususzarkowych. W tego typu otaczarkach wyprodukowano w Polsce większość mieszanek poddanych recyklingowi. Nie uwzględniono także recyklingu na gorąco w otaczarce z dozowaniem destruktu asfaltowego do elewatora gorącego, a niektóre polskie przedsiębiorstwa posiadają otaczarki przystosowane do takiego dozowania. W tej specyfikacji wymaga się, aby dozowanie grysów, piasku i materiału odzyskanego z nawierzchni (destruktu asfaltowego) odbywało się z dokładnością  $\pm 2,5 \%$ (m/m) w stosunku do masy danego składnika określonego w receptcie.

W świetle uznania przez PKN norm europejskich (EN) za Polskie Normy, OST-D.05.03.11 powinna być znowelizowana i poprawiona z uwzględnieniem wyników dotychczasowych doświadczeń krajowych.

Polska Norma [4] wymaga większej dokładności dozowania składników, bo dopuszcza odchyłki  $\pm 2\%$ (m/m). Odnośnie do typu otaczarki, w której może być wytwarzana mieszanka mineralno-asfaltowa z dodatkiem destruktu asfaltowego, norma ta podaje jedynie wymaganie, aby to była otaczarka specjalnie do tego przystosowana.

Żaden z tych przepisów technicznych nie zawiera pełnych wymagań odnośnie do destruktu asfaltowego, który może być dopuszczony do recyklingu na gorąco w otaczarce. Co prawda w normie [4] tablice B.1, C.1, D.1 i E.1 zawierają zapis, że destruktu powinien spełniać wymagania wymienione w punkcie 2.1.1, ale punkt ten nie zawiera żadnych wymagań dla destruktu asfaltowego !. Z ogólnego zdania przed tablicą 1 można jedynie domniemywać, że destruktu asfaltowy do recyklingu warstw



asfaltowych w technologii betonu asfaltowego, asfaltu lanego lub mieszanek SMA powinien odpowiadać wymaganiom orzeczenia laboratoryjnego! W Specyfikacji [5] jest punkt (2.3.1) w którym powinny być takie wymagania, ale sprecyzowano tam jedynie że materiał ten powinien być jednorodny, a największy wymiar cząstek destruktu asfaltowego przeznaczonego do recyklingu na gorąco w otaczarce nie powinien być większy od 25 mm oraz, że wilgotność tego materiału nie powinna być większa niż 5 %(m/m).

Inną przyczyną braku rozwoju omawianej technologii może być niedostateczne tempo budownictwa drogowego w ostatnich latach, co przy względnej nadprodukcji drogowych kruszyw mineralnych w naszym kraju, skutkuje obniżeniem cen tych kruszyw. Obecna relacja cen nie sprzyja upowszechnieniu technologii recyklingu nawierzchni asfaltowych na gorąco w otaczarkach, a w konsekwencji nie sprzyja też ochronie nieodnawialnych zasobów surowców skalnych do produkcji kruszyw.

#### **4. Podsumowanie i wnioski**

1. Pomimo bardzo korzystnych technicznych i ekonomicznych wyników zastosowania w Polsce dodatku destruktu asfaltowego do wytwarzania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco w otaczarkach, szczególnie na tzw. Trasie Katowickiej oraz na autostradzie A-4 (Kraków – Katowice), gdzie w latach 1995-1997 łącznie wykorzystano prawie 135 000 ton destruktu, zakres zastosowania tej technologii od 1997 roku nie rozszerza się, a średnioroczne wykorzystanie destruktu asfaltowego w otaczarkach nie przekracza 25 000 ton, co stanowi zaledwie ok. 2% (m/m) corocznie pozyskiwanego destruktu z frezowania warstw nawierzchni asfaltowych. Pozostały destruktu jest wykorzystywany w technologii mieszanek M-C-E oraz do utwardzania gruntowych dróg i poboczy oraz do robót ziemnych. W tych zastosowaniach, gdzie nie są wykorzystywane cenne właściwości destruktu asfaltowego, można postawić tezę, że jest to marnotrawstwo gospodarcze, takie samo jak gdyby zastosowano granulowane kruszywo do wykonania robót ziemnych lub podobnych robót.
2. Według dotychczasowych rezultatów możliwe jest stosowanie destruktu w ilości:
  - do 35 %(m/m) do warstw podbudów asfaltowych,
  - do 25 % (m/m) do warstw wiążących (a szczególnych przypadkach do 35%),
  - ok. 10% m/m (a w niektórych przypadkach do 15% m/m) do warstw ścieralnych, głównie na drogach obciążonych małym ruchem.
3. Przyczyn niewielkiego wykorzystania materiałów uzyskiwanych z rozbiórki warstw asfaltowych ( destruktu asfaltowego) do wytwarzania nowych warstw z mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco w wytwórniach (otaczarkach) należy szukać w:
  - niespójnych przepisach technicznych [7] dotyczących tej technologii oraz braku kryteriów oceny destruktu asfaltowego do wykorzystania w różnych technologiach oraz brak sprecyzowanych wymagań dotyczących destruktu jako dodatku do wytwarzania nowych mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco (w otaczarkach) przeznaczonych do różnych warstw nawierzchni,
  - słabym przygotowaniu technologicznym projektantów, którzy preferują typowe rozwiązania katalogowe, a każde zastosowanie nietypowego materiału wymaga większych nakładów na badania diagnostyczne stanu istniejącej nawierzchni i jej poszczególnych warstw, a także większego wysiłku niezbędnego do opracowania technicznie i ekonomicznie uzasadnionych rozwiązań,

- niewielkim zainteresowaniu zlecających roboty (remontowe na drogach) wykorzystaniem destruktu asfaltowego do wytwarzania nowych mieszanek mineralno-asfaltowych. Ogromne zaległości i opóźnienia w przygotowaniu przedsięwzięć drogowych – szczególnie wspomaganych środkami z międzynarodowych instytucji finansujących – powodują to, że zarządy drogowe nie mają czasu na sprawdzenie dokumentacji projektowej i technologicznej przed zatwierdzeniem do realizacji, a w trakcie realizacji, nawet przy ewidentnych błędach w dokumentacji nadzór inwestorski odsyła zakwestionowane rozwiązania do biur projektowych, aby te podjęły ostateczną decyzję w tych sprawach. Najczęściej decyzja ta nie jest zgodna z interesem dróg i drogownictwa. W tym trybie załatwiane są również wnioski wykonawców dotyczące recyklingu nawierzchni asfaltowych w otaczarkach.
  - prawdopodobnie niepełnej lub niskiej świadomości ekonomicznej i ekologicznej osób mających wpływ na podejmowanie decyzji w sprawach wykorzystania materiałów odzyskiwanych w procesie rozbiórki nawierzchni asfaltowych.
4. Przy wdrożeniu programu budowy dróg ekspresowych i autostrad w zakładanym przez Rząd tempie 150 ÷ 250 km rocznie konieczne będzie zastosowanie od 8 do 12 mln ton/rok kruszyw odpowiedniej jakości, a to oznacza, że nie tylko do remontu dróg istniejących zabraknie materiałów, a jeśli będziemy je importować to będą to bardzo drogie materiały. Pozyskiwany destruktu asfaltowy w ilości ok. 1,2 mln ton rocznie powinien być w większej części zużyty do wytworzenia nowych mieszanek mineralno-asfaltowych do remontu istniejących dróg, między innymi po to, aby nie przyczynić się do wzrostu cen materiałów, a więc i kosztów remontów dróg oraz do degradacji naszego środowiska naturalnego powodowanego eksploatacją naturalnych surowców mineralnych.
  5. W celu uporządkowania przepisów technicznych dotyczących recyklingu nawierzchni asfaltowych na gorąco w otaczarkach, konieczne jest pilne opracowanie wytycznych wykorzystania materiałów z rozbiórki asfaltowych warstw nawierzchni oraz zweryfikowanie OST D-05.03.11 z wykorzystaniem doświadczeń krajowych oraz dostępnych publikacji zagranicznych [11 i 12], a także dorobku intelektualnego dzisiejszego Seminarium.

## 5. Bibliografia

1. J. Zawadzki: Zasady projektowania betonu asfaltowego o zwiększonej odporności na odkształcenia trwałe; IBDiM, Warszawa 1995, Zeszyt 48,
2. J. Zawadzki i E. Wilk: Analiza statystyczna wyników badań kontrolnych mieszanek mineralno-asfaltowych przy przebudowie Autostrady A4; Prace IBDiM nr 3-4/98
3. Wytyczne technologiczne zastosowania materiałów ze zużytych nawierzchniowych warstw asfaltowych do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych w otaczarce cyklicznej WMB-30; IBDiM, Warszawa 1992,
4. Instrukcja likwidacji kolein i napraw skoleinowanych nawierzchni bitumicznych; GDDP, Warszawa 1996,
5. Recykling na gorąco w otaczarce – Ogólne specyfikacje Techniczne D-05.03.11; GDDP, Warszawa 1998,
6. PN-S-96025:2000 Drogi samochodowe i lotniskowe. Nawierzchnie asfaltowe. Wymagania.
7. Praca zbiorowa pod redakcją B. Żurka – Ocena przepisów i dokumentów technicznych dotyczących wykonywania robót nawierzchniowych; PSWNA, Warszawa 2002,
8. PN-C-96170:1965 – Przetwory naftowe. Asfalty drogowe,
9. PN-EN 12591:2002 Asfalty i produkty asfaltowe – Bitumy do układania – Specyfikacja, (EN 12591:1999 Bitumen and bituminous binders-Specifications for paving grade bitumens).
10. Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i półsztywnych; IBDiM Warszawa 1997,
11. Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauphosphat im Straßenbau (RuVA-StB 01); Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV 2001,
12. prEN 13108-8: Bituminous mixtures for roads, airfields and other trafficked areas – Material specifications – Reclaimed asphalt (RA); CEN, Brussels 1998.