



JOANNA PŁYGAWKO

GDDKiA, Warszawa
jplygawko@gddkia.gov.pl



KATARZYNA WERAN

GDDKiA, Warszawa
kweran@gddkia.gov.pl



LESZEK BUKOWSKI

GDDKiA, Warszawa
lbukowski@gddkia.gov.pl

Zastosowanie destruktu asfaltowego na drogach krajowych

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad to największy publiczny inwestor w obszarze budownictwa infrastrukturalnego. W związku z rozbudową sieci dróg krajowych, szczególnie w toku prowadzonych przebudów i remontów istniejących dróg, pozyskiwana jest znaczna ilość materiałów z rozbiórki korpusu drogowego. W tym na szczególną uwagę zasługuje sfrezowana mieszanka mineralno-asfaltowa, która stanowi cenny materiał możliwy do ponownego wbudowania. Każdorazowa wymiana warstwy ścieralnej na 10 km odcinku dwupasmowej autostrady, którą wykonuje się regularnie w okresie 12–15 lat, generuje około 23 tysiące ton destruktu asfaltowego. Wykorzystanie tego materiału to zdecydowany krok w stronę gospodarki o obiegu zamkniętym oraz działania prośrodowiskowe i proekologiczne. Ma ono wpływ na zmniejszenie zużycia surowców naturalnych, które pochodzą ze źródeł nieodnawialnych, a ich zasoby są ograniczone. Kolejnym znaczącym czynnikiem jest ograniczenie transportu kruszyw, co przekłada się na znaczną redukcję hałasu, zanieczyszczeń i poprawę bezpieczeństwa na drogach.

wybudowanych w latach 70 i 80, w których często stosowano miękkie asfalty. Był to materiał bardzo różnorodny pod względem składu i jakości, dokładnie taki, jakie były wówczas nawierzchnie. Niemniej nie stanowiło to znaczącego ograniczenia w recyklingu tych materiałów, ponieważ oczekiwane parametry gotowej mieszanki MCE uzyskiwało się poprzez doziarnienie kruszywem oraz odpowiednie dobranie ilości emulsji i cementu. Udział destruktu w ówczesnych mieszankach MCE wahał się w szerokich granicach od 30% do nawet 80%, co pozwoliło z jednej strony w optymalny sposób zagospodarować materiał z rozbiórki starych, niejednorodnych nawierzchni, z drugiej zaś osiągnąć zakładany cel, czyli wzmocnić i przebudować główne szlaki komunikacyjne.

Pierwsze wytyczne w tym zakresie wydane były przez Instytut Badawczy Dróg i Mostów [1]. Od czasu ich pierwszego wydania wytyczne IBDiM doczekały się szeregu aktualizacji, a mieszanki MCE są z powodzeniem wykorzystywane do dróg o niższej kategorii ruchu. Nawierzchnie z podbudową zasadniczą z MCE lub mieszanką mineralną z asfaltem spienionym (Typ E) dla dróg kategorii KR1-KR4 zawarte są w *Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych*, opracowanym na zlecenie GDDKiA przez Politechnikę Gdańską [2].

Początek XXI w. to akcesja Polski do UE i przyjęcie szeregu norm serii PN-EN oraz ich harmonizacja. Już pierwsze *Wymagania Techniczne WT-2 Nawierzchnie asfaltowe* z 2008 roku [3] wskazywały na możliwość wykorzystania destruktu w mieszankach mineralno-asfaltowych odpowiednio:

- w podbudowie z betonu asfaltowego do 30% (20% w przypadku stosowania asfaltu modyfikowanego),
- w warstwie wiążącej z betonu asfaltowego do 30% (20% w przypadku stosowania asfaltu modyfikowanego),
- w warstwie ścieralnej z betonu asfaltowego do 20% (10% w przypadku stosowania asfaltu modyfikowanego).

Obecnie materiał pozyskiwany z nawierzchni jest coraz lepszej jakości. Charakteryzuje się większą jednorodnością, ponieważ powstaje z frezowania dróg budowanych w latach 90 i na początku XX w. Powszechnie staje się wykorzystanie destruktu w technologii na zimno w warstwach podbudowy i wiążących. Zastosowanie destruktu w warstwach ścieralnych nadal jednak jest ograniczone.

W ramach projektu badawczo-rozwojowego InnGA *Destruk: Innowacyjna technologia mieszanek mineralno-asfaltowych z zastosowaniem materiału z recyklingu nawierzchni asfaltowej*, przeprowadzono w Polsce udaną próbę zastosowania granulatu asfaltowego w warstwie ścieralnej SMA. Projekt realizowany był w latach 2015–2017. Podczas jego realizacji wykonano 1000 m odcinek nawierzchni, będący fragmentem drogi krajowej numer 78 pomiędzy miejsco-

Doświadczenia krajowe z wykorzystaniem destruktu

Doświadczenia krajowe z wykorzystaniem destruktu asfaltowego możemy opisać jako bardzo bogate, nierozzerwalnie związane z bieżącymi potrzebami w obszarze budownictwa drogowego. Pierwsze większe wykorzystanie materiału z rozbiórki miało miejsce w latach 90 XX w. i związane było z przebudową zdegradowanej, głównie skoleinowanej sieci dróg i dostosowaniem jej do rozwijającego się wówczas bardzo szybko ciężkiego transportu drogowego. W tym celu zaczęto wykorzystywać destruk asfaltowy w konstrukcjach nawierzchni do podbudowy z mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE). Destruk pochodził z nawierzchni



Rys. 1.

wościami Nagłowice Kolonia i Nagłowice (km 182+450 – km 183+450). Jest to trasa o dużym obciążeniu ruchem, stanowiąca łącznik drogi ekspresowej S7 z autostradą A1. W projekcie zastosowano granulaty asfaltowy pozyskany w procesie selektywnego frezowania odcinka drogi krajowej nr 7, na którym ułożona była warstwa ścieralna z mieszanki SMA. Zawartość granulatu asfaltowego w nowej mieszance mineralno-asfaltowej typu SMA wyniosła 28,1% (zawartość w mieszance mineralnej 30%).

Kolejną udaną próbą było zastosowanie destruktu asfaltowego w warstwie ścieralnej z mieszanki SMA 11 w technologii na zimno w ramach inwestycji pn. *Budowa drogi S3 na odcinku Miękowo – koniec obw. Brzozowa wraz z rozbudową odcinka Miękowo – Rzęśnica*. Dodatek granulatu dozowano metodą „na zimno” w ilości 15%. Zastosowano granulaty asfaltowy, który pozyskano w procesie selektywnego frezowania warstwy ścieralnej nawierzchni odcinka drogi krajowej nr 3 (pas włączenia do obwodnicy Parłówka). Prowadzone regularnie badania, równość podłużna, równość poprzeczna, właściwości przeciwpoślizgowe oraz stan spękań wykazują bardzo dobry stan nawierzchni oraz pozytywne wnioski z przeprowadzonych prób. Powyższe doświadczenia stały się podstawą do opracowania oraz aktualizacji wzorcowych wymagań opisanych w *WWiORB D-05.03.13 Nawierzchnia z mieszanki grysowo-mastyksowej (SMA)* [4].

Destrukt asfaltowy – obecny stan prawny

Ponowne wykorzystanie sfrezowanej mieszanki mineralno-asfaltowej odbywa się na podstawie prawodawstwa krajowego, norm oraz wymagań określonych w specyfikacji istotnych warunków zamówienia. W szczególności mają tu zastosowanie:

- Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach [5];
- Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 23 grudnia 2021 r. w sprawie określenia szczegółowych warunków utraty statusu odpadów dla odpadów destruktu asfaltowego [6];
- PN-EN 13108-8 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania Część 8: Destrukt asfaltowy [7];
- Pozostałe normy serii PN-EN 13108 dla mieszanek mineralno-asfaltowych;
- Wymagania Kontraktowe, tj. Program Funkcjonalno-Użytkowy, Warunki Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych, Warunki Udziatu w Postępowaniu.

Szczególną uwagę należy zwrócić na kwestię definicji destruktu asfaltowego. Do czasu wejścia w życie rozporządzenia [6], polskie prawodawstwo nie wskazywało wprost definicji destruktu asfaltowego. Dopiero w powyższym akcie prawnym wprowadzono zapis, jednoznacznie wskazujący, że przez destrukt asfaltowy rozumie się mieszankę mineralno-asfaltową, która w wyniku odzysku odpadów destruktu asfaltowego, po spełnieniu warunków, o których mowa w § 2 rozporządzenia [6], utraciła status odpadów destruktu asfaltowego.

Wcześniej powszechnie zastosowanie miała definicja znajdująca się w normie [7], gdzie destruktem asfaltowym określana jest mieszanka mineralno-asfaltowa, która jest uzyskiwana w wyniku frezowania warstw asfaltowych w rezultacie rozkruszenia płyt wyciętych z nawierzchni asfaltowej, brył uzyskiwanych z płyt oraz z mieszanki mineralno-asfaltowej odrzuconej lub będącej nadwyżką produkcji. Powyższa definicja normowa pokrywa się obecnie z definicją odpadu destruktu asfaltowego zamieszczoną w rozporządzeniu, gdzie wskazano, że przez odpad destruktu asfaltowego rozumie się mieszankę mineralno-asfaltową uzyskiwaną:

- w wyniku frezowania na zimno warstw asfaltowych,
- w wyniku rozkruszenia płyt wyciętych z nawierzchni asfaltowej lub brył uzyskiwanych z tych płyt,
- z odrzutów lub nadwyżek powstałych przy produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej

stanowiącą odpady o kodzie 17 03 02, o których mowa w przepisach wydanych na podstawie art. 4 ust. 3 ustawy [5].

Zgodnie z obecnym stanem prawnym, sfrezowana nawierzchnia stanowi odpad destruktu asfaltowego, który po przetworzeniu i utracie statusu odpadu staje się destruktem asfaltowym. Taki materiał, po spełnieniu odpowiednich wymagań zawartych w dokumentach jakościowych przywołanych w warunkach kontraktowych, może zostać wbudowany w nowy element korpusu drogowego. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że nie jest możliwa utrata statusu odpadu wg wytycznych z rozporządzenia¹ przez odpad destruktu zawierający wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w ilościach przekraczających dopuszczalne

stężenia określone w rozporządzeniu. W tej sytuacji, ponowne wbudowanie sfrezowanej mieszanki mineralno-asfaltowej zawierającej smołę, możliwe jest tylko w przypadku wbudowania bezpośrednio w miejscu pozyskania. Zgodnie z treścią Oceny Skutków Regulacji rozporządzenia [6] *Przepisów rozporządzenia nie stosuje się do destruktu asfaltowego z frezowania, poddawanego recyklingowi w technologii prowadzonej za pomocą maszyn i urządzeń w miejscu jego wytworzenia, gdyż w tej sytuacji nie dochodzi do wytworzenia odpadów.*

Kierunki wykorzystania destruktu asfaltowego na drogach krajowych

Destrukt asfaltowy ma szerokie zastosowanie. Należy dążyć do jego zagospodarowania w maksymalnym stopniu w różnych asortymentach robót, zgodnie z obowiązującymi wymaganiami. W celu prawidłowego zagospodarowania materiału pochodzącego z rozbiórki nawierzchni asfaltowej zaleca się zastosowanie destruktu asfaltowego w pierwszej kolejności w mieszankach mineralno-asfaltowych i mieszan-

kach niezwiązanych wszystkich dróg oraz w mieszankach mineralno-cementowo-emulsyjnych w drogach kategorii ruchu KR1-KR4 zgodnie z aktualnym *Katalogiem Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Pólsztynnych* [2], jak również w kategorii KR5-7 na podstawie indywidualnie opracowanego projektu.

Destrukt o gorszych właściwościach, czy to pod kątem jednorodności czy mniejszej zawartości lepiszcza, może być stosowany jako materiał antropogeniczny przy wykonywaniu robót ziemnych na zasadach określonych w *WWiORB D-02.00.01 Roboty ziemne wymagania ogólne* [8].

Możliwe kierunki wykorzystania destruktu asfaltowego przedstawiono na rysunku 2. Ogólne zasady wykorzystania granulatu asfaltowego do mieszanek mineralno-asfaltowych podano w tabeli 1.

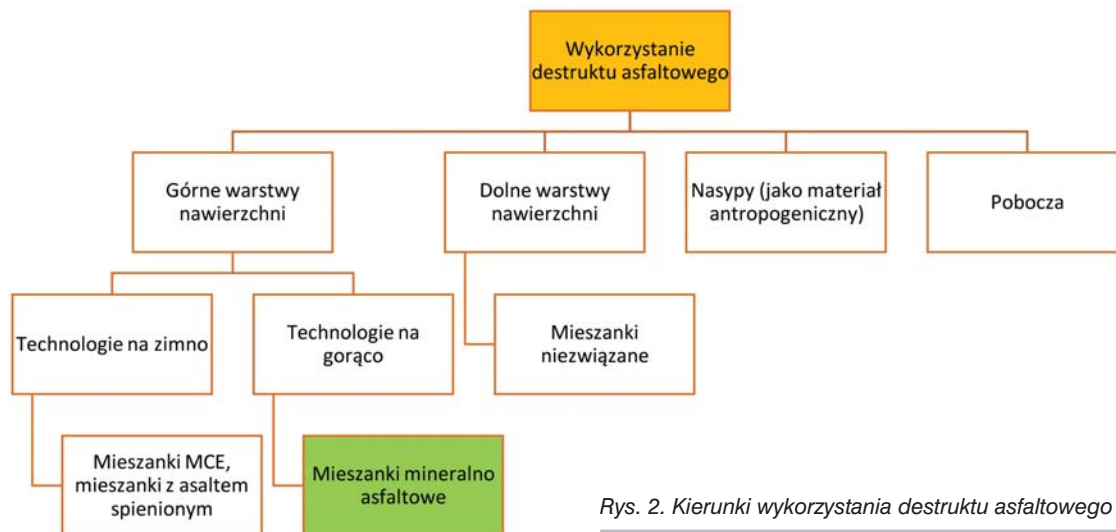
Procentowe zawartości granulatu asfaltowego określa się na podstawie maksymalnej wartości wskaźnika zastąpienia lepiszcza BR [%], obliczanego następująco:

$$BR = (a \times b) / c$$

gdzie:

BR – wskaźnik zastąpienia lepiszcza [% (m/m)],

- a – zawartość lepiszcza rozpuszczalnego w granulacie asfaltowym [% (m/m)],
- b – udział granulatu asfaltowego w mieszance mineralno-asfaltowej [% (m/m)],
- c – całkowita zawartość lepiszcza rozpuszczalnego w mieszance mineralno-asfaltowej [% (m/m)].



Rys. 2. Kierunki wykorzystania destruktu asfaltowego

Tabela 1. Ogólne zasady wykorzystania granulatu asfaltowego do mieszanek mineralno-asfaltowych

Pochodzenie granulatu	Przeznaczenie MMA z granulem				
	Warstwa podbudowy (AC P)	Warstwa wiążąca (AC W)	Warstwa ścieralna (AC S)	Warstwa wiążąca i podbudowy (AC WMS)	Warstwa ścieralna z SMA
AC P	Tak	Możliwe	Nie	Możliwe	Nie
AC W	Tak	Tak	Nie	Możliwe	Nie
AC S	Tak	Tak	Tak	Możliwe	Nie
AC WMS P	Możliwe	Możliwe	Nie	Możliwe	Nie
AC WMS W	Możliwe	Możliwe	Nie	Tak	Nie
SMA	Możliwe	Możliwe	Możliwe	Możliwe	Tak

Tak – struktura mieszanki mineralnej i rodzaj standardowo stosowanych lepiszczy nie stanowią przeszkody w zastosowaniu granulatu

Możliwe – struktura mieszanki mineralnej lub rodzaj standardowo stosowanych lepiszczy mogą stanowić przeszkodę w zastosowaniu granulatu

Nie – struktura mieszanki mineralnej lub rodzaj standardowo stosowanych lepiszczy stanowią przeszkodę w zastosowaniu granulatu

Zgodnie z obowiązującymi w Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad wzorcowymi *Warunkami Wykonania i odbioru Robót Budowlanych* (WWiORB) dopuszczalna ilość destruktu asfaltowego w mieszankach mineralno-asfaltowych (wartość wskaźnika zastąpienia) zależy od technologii dozowania granulatu w otaczarce – na zimno lub na gorąco (tab. 2).

Tabela 2. Dopuszczalna ilość destruktu asfaltowego w mieszankach mineralno-asfaltowych

Warstwa i rodzaj mieszanki	WWIORB	Dopuszczalna wartość wskaźnika zastąpienia lepiszczą BR [%] w przypadku dozowania granulatu asfaltowego w otaczarkę metodą	
		na zimno	na gorąco
Warstwa podbudowy z betonu asfaltowego (AC P)	D-04.07.01	20	40 (50*)
Warstwa wiążąca z betonu asfaltowego (AC W)	D-05.03.05A	20	30 (40*)
Warstwa ściernalna z betonu asfaltowego (AC S)	D-05.03.05B	10	30*
Warstwa wiążąca i podbudowy z betonu asfaltowego o wysokim module sztywności (AC WMS)	D-05.03.05C	20*	40*
Warstwa ściernalna z mieszanki mastykowo-grysowej SMA	D-05.03.13	10*	30*

* Ponieważ dodatek granulatu asfaltowego może wywrzeć niekorzystny wpływ na odporność mieszank mineralno-asfaltowych na spękania niskotemperaturowe, w przypadku tych mieszank należy przeprowadzić badania służące ocenie odporności tych mieszank na spękania niskotemperaturowe, a wynik deklarować.

Wymagania w przypadku zastosowania destruktu asfaltowego na drogach krajowych

Szczegółowe wymagania w zakresie wykorzystania destruktu asfaltowego w nowych warstwach nawierzchni zawarte są we wzorcowych *Warunkach Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych* (WWIORB) Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad. Mieszanki mineralno-asfaltowe zawierające granulaty asfaltowe muszą posiadać parametry odpowiadające ich rodzajowi oraz przeznaczeniu, zgodnie z wymaganiami WWIORB. Ogólne zasady dotyczące pozyskania i zatwierdzenia materiałów wykorzystywanych na danym zadaniu znajdują się w *WWIORB D-M-00.00.00 Wymagania Ogólne* [9]. Wymagania dla poszczególnych warstw z zastosowaniem destruktu asfaltowego znajdują się natomiast w odpowiednich WWIORB, których wzorce są dostępne na stronie GDDKiA.

W przypadku mieszank mineralno-asfaltowych oraz MCE, wymagania w zakresie stosowania granulatu asfaltowego zamieszczone są dodatkowo w opracowaniu *Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu* zrealizowanym w ramach programu Rozwój Innowacji Drogowych w latach 2016–2018 przez konsorcjum jednostek naukowych pod przewodnictwem Instytutu Badawczego Dróg i Mostów (RID I/6). W zakresie wykorzystania destruktu dokumenty kontraktowe odwołują się do powyższego opracowania. Zgodnie z zapisami zawartymi w WWIORB stosowanie granulatu asfaltowego powinno być zgodne z wymaganiami podanymi w normie [7] oraz następujących załącznikach do raportu z projektu RID I/6 [10]:

- Załącznik 9.2.1 Wytyczne pozyskania i oceny przydatności destruktu i granulatu asfaltowego do recyklingu na gorąco w otaczarkach;

- Załącznik 9.2.2 Zalecenia w zakresie produkcji mieszank mineralno-asfaltowych z granulatem asfaltowym w otaczarkach o działaniu cyklicznym;
- Załącznik 9.2.3 Wytyczne cząstkowe w zakresie wymagań i projektowania mieszank mineralno-asfaltowych z granulatem asfaltowym produkowanym na gorąco;
- Załącznik 9.4.1. Wytyczne stosowania technologii recyklingu głębokiego na zimno z wykorzystaniem emulsji i cementu wraz z zasadami projektowania nawierzchni z wykorzystaniem warstw z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej (MCE);
- Załącznik 9.4.2. Instrukcja projektowania i wbudowania mieszank mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE);
- Załącznik 9.4.3. Zalecenia bezpiecznego stosowania destruktu asfaltowego ze smołą w warstwach wykonanych w technologii mieszank mineralno-cementowo-emulsyjnych MCE.

Destrukt w przyszłości

W ostatnich latach dokonaliśmy skokowego rozwoju sieci drogowej. Pierwsze odcinki dróg ekspresowych i autostrad budowane na oddawane do ruchu w 2012 r. w najbliższych latach będą wymagały wymiany warstwy ściernalnej. Dlatego też konieczne jest takie gospodarowanie destruktem asfaltowym, aby materiał ten był w maksymalnym stopniu ponownie wbudowywany w miejscu pozyskania. W tym zakresie przewidujemy również dalszy rozwój technologii na gorąco, stosowanych w warstwach SMA.

Alternatywą do tradycyjnego wbudowywania warstw ściernalnych jest *remixing* bez dodatku czy też z dodatkiem tzw. *remixing plus*. Proces *remixingu* polega na korekcie składu mieszanki mineralno-asfaltowej odzyskanej z warstwy ściernalnej poprzez jej podgrzanie i wymieszanie z nowym materiałem, w wyniku czego uzyskuje się nową warstwę ściernalną spełniającą wszystkie wymagania stawiane nowym nawierzchniom, w tym w zakresie szorstkości i równości. Obecnie w GDDKiA prowadzone są działania nad wykonaniem odcinków testowych również w tej technologii.

Bibliografia

- [1] J. Zawadzki, J. Matras. „Warunki techniczne wykonania warstw podbudowy z mieszanki mineralno-cementowo emulsyjnej metodą recyklingu na miejscu”. Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Seria „I” – Informacje, Instrukcje, zeszyt 53/1997.
- [2] Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych, Politechnika Gdańska, 2014.
- [3] Wymagania Techniczne WT-2. Nawierzchnie asfaltowe. GDDKiA Warszawa, 2010.
- [4] WWIORB D-05.03.13. Nawierzchnia z mieszanki grysowo-mastykowej (SMA). GDDKiA Warszawa.
- [5] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. 2013 poz. 21).
- [6] Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 23 grudnia 2021 r. w sprawie określenia szczegółowych warunków utraty statusu odpadów dla odpadów destruktu asfaltowego (Dz. U. 2021 poz. 2468).
- [7] PN-EN 13108-8. Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania Część 8: Destrukt asfaltowy.
- [8] WWIORB D-02.00.01. Roboty ziemne wymagania ogólne. GDDKiA Warszawa.
- [9] WWIORB D-M-00.00.00 Wymagania Ogólne. GDDKiA Warszawa.
- [10] Wytyczne projektów RID. Recykling. GDDKiA Warszawa, 2018. (<https://www.gov.pl/web/gddkia/recykling>).