

Wojciech Mniszek

Adam Sadzik¹

Wyższa Szkoła Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach

Wtórne wykorzystanie destruktu asfaltowego do budowy dróg

Reclaimed Asphalt Reuse to New Roads Construction

Streszczenie

W czasie remontów dróg powstaje destruktu asfaltowy, który jest klasyfikowany jako odpad niebezpieczny dla środowiska. Destrukt asfaltowy może być ponownie wykorzystywany do budowy nowych dróg, zastępując określoną masę nowej mieszanki mineralno-asfaltowej. Mieszanka mineralno-asfaltowa w około 90% składa się z kruszywa naturalnego. Celem pracy jest wykazanie oszczędności kruszywa naturalnego do budowy dróg i zastąpienie go destruktem asfaltowym. Takie rozwiązanie jest korzystne dla środowiska naturalnego.

Słowa kluczowe: *destruktu asfaltowy, mieszanka mineralno-asfaltowa, budowa dróg*

Abstract

During the repair of roads reclaimed asphalt is created, which is classified as a hazardous waste for the environment. Reclaimed asphalt can be reused for building new roads, replacing a certain weight of the new asphalt. Mixture mineral-asphalt consists of natural aggregate in about 90%. Aim of this study is to demonstrate the savings of natural aggregates for road construction and replace it with reclaimed asphalt. This solution is beneficial for the environment.

Key words: *reclaimed asphalt, mineral-asphalt mixture, roads building*

* Absolwent WSZOP, na podstawie pracy magisterskiej napisanej pod kierunkiem prof. nadzw. dra hab. inż. Wojciecha Mniszka

1. Wprowadzenie

Nawierzchnie dróg wykonywane są z mieszanek mineralno-asfaltowych, których produkcja niekorzystnie wpływa na środowisko naturalne. Kluczowy wpływ na degradację środowiska ma pozyskiwanie kruszyw, które stanowią około 90% mieszanki mineralno-asfaltowej, stosowanej do budowy nowych dróg. Następstwem jest budowa i eksploatacja kopalń surowców drogowych, działalność ta powoduje nieodwracalną degradację środowiska naturalnego. Dodatkowym źródłem degradacji środowiska jest emisja spalin z silników samochodów, przewożących kruszywo drogowe do miejsc produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych. Remonty dróg o nawierzchni mineralno-asfaltowej wymagają frezowania starej i zniszczonej warstwy wskutek czego powstaje odpad w postaci destruktu asfaltowego. Destrukt poddany recyklingowi może być ponownie wykorzystany do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych, co umożliwi pozbycie się odpadu oraz ogranicza zapotrzebowanie na kruszywa naturalne. Destrukt asfaltowy obejmuje mieszanki mineralno-asfaltowe które są uzyskiwane w wyniku frezowania warstw asfaltowych oraz w wyniku rozkruszenia płyt wyciętych z nawierzchni asfaltowej.

Skład destruktu jest prawie taki sam jak skład mieszanki mineralno-asfaltowej w warstwach nawierzchni i składa się z następujących składników [1]:

- kruszyw mineralnych w ilości około 88%,
- mączki wapiennej w ilości około 7%,
- asfaltu w ilości około 5%.

Art. 1. ustawy o odpadach [2] określa zasady postępowania z odpadami w sposób zapewniający ochronę życia i zdrowia ludzi oraz ochronę środowiska zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, a w szczególności zasady zapobiegania powstawaniu odpadów lub ograniczania ilości odpadów i ich negatywnego oddziaływania na środowisko, a także odzysku lub unieszkodliwiania odpadów. Art. 3. pkt. 14. recykling – rozumie się przez to taki odzysk, który polega na powtórny przetwarzaniu substancji lub materiałów zawartych w odpadach w procesie produkcyjnym w celu uzyskania substancji lub materiału o przeznaczeniu pierwotnym lub o innym przeznaczeniu, w tym też recykling organiczny, z wyjątkiem odzysku energii.

W zależności od składu, destrukt asfaltowy zostaje sklasyfikowany jako odpad w podgrupie 03, pod kodem 17 03 01 - asfalt zawierający smołę lub pod kodem 17 03 02 - asfalt inny niż wymieniony w 17 03 01 tj. niezawierający

smoły [3]. Oczywiście sklasyfikowanie asfaltowego destruktu jako odpadu nie stoi w sprzeczności z jego dalszym wykorzystaniem, destrukc asfaltowy jest pełnowartościowym materiałem, który jest i powinien być używany jako dodatek do nowych mieszanek mineralno-asfaltowych.

Rosnące zastosowanie metod recyklingu w produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych spowodowało konieczność ustalenia wymagań wobec destruktu asfaltowego, który będzie sprzedawany jako składnik do produkcji tych mieszanek, podobnie jak kruszywa i lepiszcze. Według norm europejskich [4] zastosowanie destruktu asfaltowego jest dopuszczone w określonej ilości i przy dotrzymaniu określonych wymagań. Destrukc asfaltowy może być zastosowany jako materiał budowlany do wytwarzania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco w otaczarkach zgodnie ze specyfikacjami na te mieszanki. Norma Europejska zawiera wymagania wobec destruktu asfaltowego dotyczące właściwości lepiszcza, kruszywa i zawartości materiałów obcych, będących składnikami destruktu asfaltowego, które obowiązują we wszystkich przypadkach jego zastosowania. Dodatkowo niniejsza Norma Europejska wymienia właściwości destruktu asfaltowego i jego składników, które muszą być określone i udokumentowane, jeśli wymagany jest opis granulatu asfaltowego. Uziarnienie kruszywa, właściwości lepiszcza i zawartość materiałów obcych w destrukcie asfaltowym mają wpływ na jakość wyrobu tj. mieszanki mineralno-asfaltowej z użyciem tego destruktu. Wielkości kawałków destruktu asfaltowego, które mogą występować jako duże bryły lub drobno zmielony materiał, mają znaczenie tylko w trakcie dodawania destruktu do mieszanki mineralno-asfaltowej w procesie mieszania. Ponieważ wymagania dotyczące mieszanek mineralno-asfaltowych z dodatkiem lub bez dodatku destruktu asfaltowego są takie same, to w praktyce jednorodność materiału decyduje o maksymalnej możliwej ilości dodawanego destruktu [1].

Jeżeli używa się destrukc asfaltowy z mieszanek, w których użyto asfalt modyfikowany lub dodatek modyfikujący, lub mieszanka sama w sobie zawiera asfalt modyfikowany lub modyfikator, to ilość destruktu nie powinna przekroczyć, jeżeli nie ustalono inaczej pomiędzy zamawiającym a producentem, 10% masy całkowitej mieszanki do warstwy ścieralnej, natomiast dla warstwy wyrównawczej, wiążącej i podbudowy nie powinna być większa niż 20% masy całkowitej. Jakielkolwiek uzgodnienia pomiędzy zamawiającym a producentem nie mogą być niezgodne z wymaganiami przepisów krajowych [5].

Wymagania techniczne Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad określają wymagania jakie musi spełniać destrukc asfaltowy, który może być

wykorzystany do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej. Warunki techniczne określają metody dodawania destruktu do mieszalnika otaczarki oraz dopuszczają ilości procentowe. Warunkiem wykorzystania destruktu asfaltowego jest jego jednorodność odpowiadająca wymaganiom, którą należy ocenić rozstępem wyników badań poszczególnych właściwości. Wyselekcjonowany destruktu dodawany do mieszanki mineralno-asfaltowej nosi nazwę „granulatu asfaltowego” [6].

Celem pracy jest wykazanie korzyści ekologicznych i ekonomicznych ze stosowania destruktu asfaltowego, pochodzącego z remontów nawierzchni drogowych przy budowie nowych dróg.

2. Konstrukcja nawierzchni drogowej

Nawierzchnia drogowa jest to zespół warstw służących do przejmowania i rozkładania obciążeń od ruchu na podłoże i zapewniających dogodny warunki ruchu. Konstrukcja nawierzchni jest to układ warstw nawierzchni wraz ze sposobem ich połączenia. Nawierzchniom drogowym stawia się coraz wyższe wymagania, w ostatnim dziesięcioleciu wzrosły obciążenia ruchem nawierzchni naszych dróg, zarówno pod względem natężenia ruchu jak i wielkości obciążenia. Również wymagania użytkowników dróg uległy istotnym zmianom. Żąda się między innymi by nawierzchnia była równa, bezpylna, niehałaśliwa, tłumiąca drgania własne pojazdów, jednolita i posiadająca odpowiednie cechy przeciwpoślizgowe.

Konstrukcja drogi składa się z nawierzchni i podbudowy, schemat konstrukcji drogi przedstawiono na rys.1.

A	WARSTWA ŚCIERALNA	PODBUDOWA	NAWIERZCHNIA
B	WARSTWA WIAŻĄCA		
C	PODBUDOWA ZASADNICZA		
D	PODBUDOWA POMOCNICZA		
E	PODŁOŻE ULEPSZONE (WARSTWA MROZOCHRONNA, ODSĄCZAJĄCA, ODCINAJĄCA, WZMACNIAJĄCA)	PODŁOŻE	
F	PODŁOŻE GRUNTOWE		

Rys. 1 Schemat konstrukcji nawierzchni drogowej [7]

Fig. 1 Road surface construction scheme

- A Warstwa ścieralna: jest to wierzchnia warstwa nawierzchni poddana bezpośredniemu oddziaływaniu ruchu i czynników atmosferycznych.
- B Warstwa wiążąca: jest to warstwa znajdująca się między warstwą ścieralną a podbudową zasadniczą, zapewniająca lepsze rozłożenie naprężeń w nawierzchni i przekazywanie ich na podłoże.

Podbudowa – dolna część nawierzchni, służąca do przenoszenia obciążeń od ruchu na podłoże. Może się składać z podbudowy zasadniczej i podbudowy pomocniczej.

- C Podbudowa zasadnicza: jest to górna część podbudowy, spełniająca funkcję nośną konstrukcji nawierzchni, zapewniająca przenoszenie obciążeń z warstw wyżej leżących na warstwę podbudowy pomocniczej.
- D Podbudowa pomocnicza: jest to warstwa zapewniająca przenoszenie obciążeń z warstwy podbudowy zasadniczej na warstwę podłoża ulepszanego. Może składać się z kilku warstw o różnych właściwościach.
- E Podłoże ulepszone: warstwa lub zespół warstw ułożony pod konstrukcją nawierzchni drogowej wykonanej z mieszanki mineralno - asfaltowej.

Podłoże ulepszone może zawierać następujące warstwy:

- mrozoochronną,
- odsączającą,
- odcinającą,
- wzmacniającą.

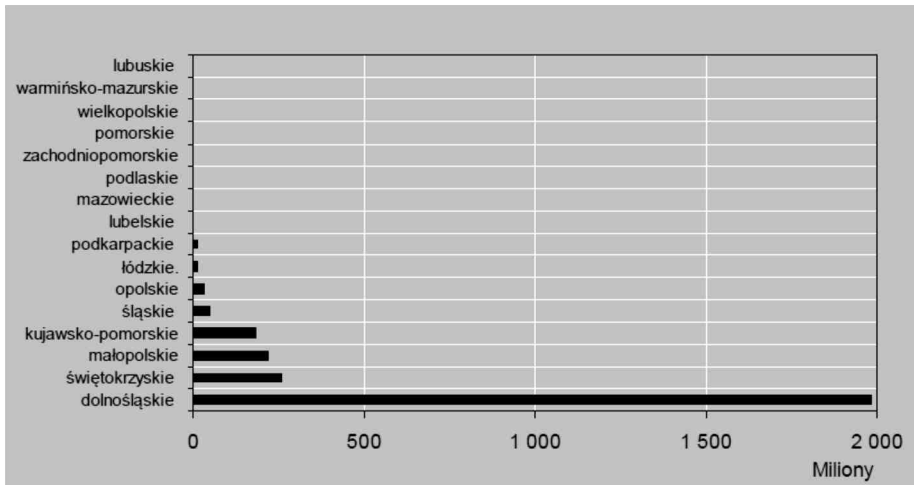
Warstwa mrozoochronna to warstwa, której głównym zadaniem jest ochrona nawierzchni przed skutkami mrozu. Warstwa odsączająca to warstwa służąca do odprowadzania wody przedostającej się do nawierzchni. Warstwa odcinająca to warstwa stosowana w celu uniemożliwienia przenikania cząstek do warstwy leżącej powyżej. Warstwa wzmacniająca to warstwa zapewniająca przeniesienie występującego w okresie budowy ciężkiego ruchu technologicznego (warstwa technologiczna).

- F Podłoże: stanowi grunt rodzimy lub nasypowy, leżący pod nawierzchnią do głębokości przemarzania, jednak nie mniej niż do głębokości, na której naprężenia pionowe od największych obciążeń użytkowych wynoszą 0,02 MPa.

Składniki mieszanki mineralno-asfaltowej w sposób oczywisty wpływają na jej ostateczną jakość. Ponieważ kruszywo stanowi około 90% mieszanki, jej jakość w dużym stopniu zależy od jakości kruszywa, co z kolei jest funkcją procesu kruszenia.

3. Wydobywanie kruszyw drogowych w Polsce

Tereny z których możemy wydobywać kruszywa naturalne w szybkim tempie ulegają wyczerpaniu i jest to kolejne zjawisko potwierdzające jak ważną sprawą jest recykling destruktu asfaltowego, w dużej części zastępującego naturalne kruszywo. Na rys. 2 przedstawiono udokumentowane zasoby naturalne kruszyw w Polsce.



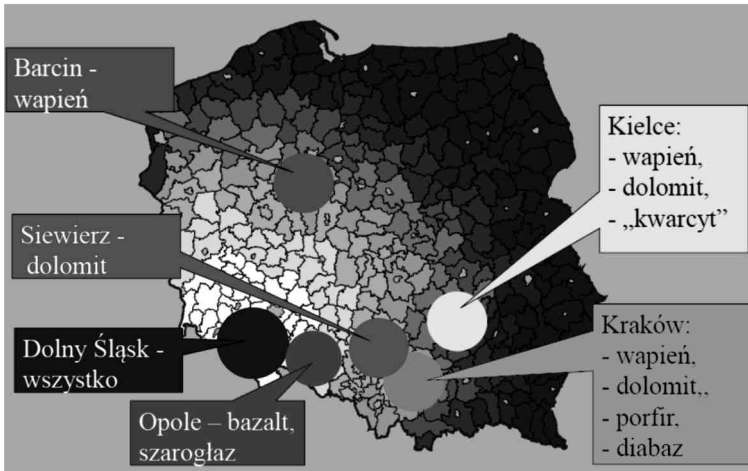
Rys. 2 Udokumentowane zasoby kruszyw naturalnych w Polsce tys. ton

Fig. 2 The proved reserves of natural aggregates in Poland

Kopalnie kruszyw naturalnych zlokalizowane są głównie na południu Polski. Skupisko kopalni na południu kraju, wymaga nakładu dużej ilości środków transportu, które pokonując ogromne ilości kilometrów w znacznym stopniu powodują niszczenia istniejących już nawierzchni drogowych.

Lokalizacja kopalń na południu Polski stwarza dodatkowy problem jakim są możliwości logistyczne, które przy obecnie istniejącej sieci drogowej oraz sieci kolejowej nie będą w stanie podołać ogromnym potrzebom transportowym. Oprócz możliwości logistycznych nie bez znaczenia jest czas pochłaniany

przez środki transportu, który ogranicza kontynuację istniejących inwestycji, ich planowane zakończenia, równocześnie oddalając terminy rozpoczęcia nowych, zamierzonych inwestycji.



Rys. 3. Lokalizacja złóż skał litych w Polsce [8]

Fig. 3 Location of solid rock deposits in Poland



Rys. 4 Zniszczenia w środowisku naturalnym spowodowane wydobywaniem kruszyw [źródło własne]

Fig. 4 The damage to the environment caused by the extraction of aggregates [own source]

4. Destrukt asfaltowy

Podstawowymi źródłami powstawania destruktu asfaltowego są remonty istniejących nawierzchni asfaltowych dróg. Odpady te powstają w trakcie produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej jak również powstają jako nadmiar podczas układania nowych nawierzchni dróg.

Na rys. 5 przedstawiono przykład powstawania destruktu, natomiast na rys. 6 przedstawiono jeden ze sposobów tymczasowego składowania destruktu asfaltowego.



Rys. 5. Odcinek autostrady A4 po frezowaniu [źródło własne]

Fig. 5. A4 motorway after milling [own source]



Rys. 6. Przykład tymczasowego składowania destruktu asfaltowego [źródło własne]

Fig. 6. An example of the temporary storage of reclaimed asphalt [own source]

Stosowanie destruktu asfaltowego zamiast kruszywa w Polsce spotyka się z brakiem przychylności ze strony inwestorów, projektantów i zarządców dróg. Problemem jest praktycznie brak możliwości wprowadzenia zmian do specyfikacji kontraktowych, które nie dopuszczają rozwiązań alternatywnych. W Polsce wtórne wykorzystanie destruktu asfaltowego do budowy nowych dróg w porównaniu z innymi krajami europejskimi jest niewielkie, sytuację w tym zakresie przedstawiono w Tab. 1

Tab. 1. Wykorzystanie destruktu asfaltowego w Polsce do budowy nowych dróg w porównaniu z innymi krajami, dane na 2009 rok [8]

Tab.1. The use of reclaimed asphalt in Poland to build new roads in comparison with other countries, data for 2009

KRAJ	DOSTĘPNY DESTRUKT ASEALTOWY w Mg	% NOWYCH PRODUKCJI MMA KTÓRE ZAWIERAJĄ DESTRUKT
BELGIA	1 300 000	44
CZECHY	1 300 000	10
DANIA	307 000	52
FRANCJA	7 053 000	6,8
NIEMCY	14 000 000	60
IRLANDIA	100 000	1,0
HOLANDIA	4 500 000	72
NORWEGIA	763 000	7,3
POLSKA	1 100 000	0,2
RUMUNIA	13 000	12,0
HISZPANIA	1 850 000	9,0
SZWECJA	1 000 000	5,0
TURCJA	1 069 600	1,0

5. Obliczenia oszczędności naturalnego kruszywa przy budowie nowych dróg w Polsce

Do obliczeń przyjęto następujące założenia:

- konstrukcja nawierzchni drogi składa się z trzech warstw (rys. 1), więc należy każdą warstwę przeliczyć oddzielnie. Uzyskana suma oszczędności

materiału pozwoli na obliczenie oszczędności materiału przy wykonaniu mieszanki mineralno-asfaltowej do budowy 1000 m drogi o szerokości 11 m.

- uzyskane wyniki z obliczeń 1000 m odcinka drogi o szerokości 11 m, zostały pomnożone przez planowaną w Polsce liczbę kilometrów nowych dróg, planowaną do budowy w latach 2008 - 2012. Program budowy dróg GDDKiA obejmuje łącznie 5095,9 km dróg w tym: autostrad ok. 1328,2 km, dróg ekspresowych ok. 3128,0 km i obwodnic ok. 639,7 km.

W tabelach od 2 do 5 przedstawiono wyniki obliczeń.

Tab. 2 Obliczenia masy destruktu asfaltowego do zastosowania przy budowie warstwy podbudowy drogi o grubości 20 cm, długości 1000 m i szerokości 11 m. Dopuszczalna masa destruktu może stanowić 20% całkowitej masy mieszanki mineralno-asfaltowej[1]

Tab. 2 The results of calculate the mass of reclaimed asphalt for use in the construction of the substructure layer with a thickness of 20 cm path length of 1000 m and a width of 11 m. Gross vehicle weight may be reclaimed 20% of the total weight of asphalt

Rodzaj materiału według receptury	Masa materiału w MMA w (Mg)	Możliwy udział masy destruktu asfaltowego w MMA (Mg)
Mączka wapienna	159,5	31,9
Mieszanka drobna granulowana 0/2 mm	583,0	116,6
Mieszanka drobna granulowana 0,75/4mm	1677,5	335,5
Grys frakcji 4/8mm dolomit	522,5	104,5
Grys frakcji 8/16mm dolomit	1677,5	335,5
Grys frakcji 16/25mm dolomit	627,0	125,4
Asfalt MODBIT 30B	253,0	50,6
Razem	5500	1100

Tab. 3. Obliczenia masy destruktu asfaltowego do zastosowania przy budowie warstwy wiążącej drogi o grubości 9 cm, długości 1000 m i szerokości 11 m. Dopuszczalna masa destruktu może stanowić 20% całkowitej masy mieszanki mineralno-asfaltowej[1]

Tab. 3. The results of calculate the mass of reclaimed asphalt for use in the construction of the binding layer with a thickness of 9 cm, length of 1000 m and a width of 11 m. Gross vehicle weight may be reclaimed 20% of the total weight of asphalt

Rodzaj materiału według receptury	Masa materiału w MMA w (Mg)	Możliwy udział masy destruktu asfaltowego w MMA (Mg)
Mączka wapienna	94,05	18,8
Mieszanka drobna granulowana ,075/2mm	237,6	47,5
Mieszanka drobna granulowana ,075/4mm dolomit	730,1	146,0
Grys frakcji 4/8mm dolomit	470,3	94,0
Grys frakcji 8/16mm dolomit	824,2	164,8
Asfalt MODBIT 30B	118,8	23,8
Razem	2475	495

Tab. 4. Obliczenia masy destruktu asfaltowego do zastosowania przy budowie warstwy ścieralnej drogi o grubości 4 cm, długości 1000 m i szerokości 11 m. Dopuszczalna masa destruktu może stanowić 10% całkowitej masy mieszanki mineralno-asfaltowej[1]

Tab. 4. The results of calculate the mass of reclaimed asphalt for use in the construction of the wearing layer with a thickness of 4 cm length of 1000 m and a width of 11 m. Gross vehicle weight may be reclaimed 10% of the total weight of asphalt

Rodzaj materiału według receptury w Mg	Masa materiału w MMA w (Mg)	Możliwy udział masy destruktu asfaltowego w MMA (Mg)
Mączka wapienna	102,3	10,2
Piasek łamany	123,2	12,3
Grys frakcja 2/5mm gabro	133,1	13,3
Grys frakcji 5/8mm bazalt	174,9	17,4
Grys frakcji 8/11mm gabro	123,2	12,3
Grys frakcji 8/12,8mm bazalt	369,6	36,9
Asfalt MODBIT 30B	68,2	6,9
Viatop Premium	4,4	0,4
Razem	1098,9	109,8

Tab. 5. Wyniki obliczeń możliwego zastosowania destruktu asfaltowego do budowy dróg w latach 2008 – 2012 zgodnie z planem budowy dróg w Polsce o łącznej długości 5095,9 km

Tab. 5. The results of calculations of the possible application of reclaimed asphalt for road construction in the years 2008 - 2012 as planned road construction in Poland with a total length of 5095.9 km

Warstwa drogi	Możliwa do zastosowania masa destruktu asfaltowego w miejsce kruszyw naturalnych (Mg)
podbudowa	5 605 490
wiążąca	2 522 470
ścieralna	559 988
Razem	8 687 948

6. Wnioski

Przy produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej głównym materiałem jest kruszywo naturalne, które stanowi około 90% całości mieszanki. Zgodnie z obowiązującymi recepturami przy budowie nowych dróg w miejsce części naturalnego kruszywa można zastosować destruktu asfaltowy w ilościach zestawionych w tabelach od 2 do 5.

- Z obliczeń wynika, że w okresie 5 lat przy realizowaniu planu budowy dróg można by wtórnie wykorzystać 8 687 948 Mg destruktu asfaltowego, co rocznie stanowi 1 737 589,6 Mg. Ta ostatnia wartość jest porównywalna z rocznym pozyskiwaniem kruszywa naturalnego w średniej wielkości kopalni kruszywa.
- Ograniczenie wydobycia kruszywa naturalnego o ilości wskazane w tej pracy to znaczne zmniejszenie degradacji środowiska naturalnego, powstające przy eksploatacji kopalń w wyniku pozyskiwania kruszyw naturalnych. Recykling destruktu asfaltowego we wskazanych ilościach zmniejszy obciążenie składowisk odpadów, wykazane więc efekty ekologiczne są ewidentne.

Dane zawarte w tabeli nr 1 wskazują jakie Polska posiada rezerwy destruktu oraz że praktycznie dotychczas nie jest on stosowany do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych.

- Należy więc niezwłocznie stworzyć narzędzia, które zmienią dotychczasowy sposób postrzegania destruktu asfaltowego jako odpadu na postrzeganie go jako pełnowartościowego materiału do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych.

Literatura

- [1] Polska Norma PN-EN 13108-8 mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – część 8: Destrukt asfaltowy, marzec 2007.
- [2] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach z późniejszymi zmianami, Dz. U. z 2010 r. nr 185, poz. 1243, nr 203, poz. 1351.
- [3] Dz. U. 01.2001 nr 112. Poz. 1206 z późniejszymi zmianami.
- [4] EN 13108-1 do EN 13108-7.
- [5] Polska Norma PN-EN 13108-5 mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – część 5: Mieszanka SMA, maj 2006.
- [6] Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych WT-2 2010, Warszawa 2010.
- [7] Piłat J., Radziszewski P.: *Nawierzchnie Asfaltowe*. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności Warszawa 2010, str. 12-13.
- [8] Słotwiński D.: *Recykling jako uzupełnienie zapotrzebowania materiałowego do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych*. Konferencja Zastosowanie destruktu asfaltowego, Ożarów Mazowiecki, wrzesień 2010 r.