

## Załącznik nr 9.2.1



Projekt realizowany w ramach Wspólnego Przedsięwzięcia RID,  
finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju  
oraz Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad

**Przedmiot umowy pt.:**  
**Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu**

**Tytuł przedmiotu umowy:**

**WYTYCZNE POZYSKANIA I OCENY PRZYDATNOŚCI DESTRUKTU I  
GRANULATU ASFALTOWEGO DO RECYKLINGU NA GORĄCO W  
OTACZARKACH**

Akronim Projektu: OT1-1A/IBDiM-PG-PW-PWr-PŚk-IOŚ-PIB-INSCH-ITB MORATEX  
Numer umowy: Nr DZP/RID-I-06/1/NCBR/2016  
Lider i Współwykonawcy:  
Instytut Badawczy Dróg i Mostów (Lider)  
Politechnika Gdańska  
Politechnika Warszawska  
Politechnika Wrocławska  
Politechnika Świętokrzyska  
Instytut Ochrony Środowiska – PIB  
Instytut Nowych Syntez Chemicznych  
Instytut Technologii Bezpieczeństwa "MORATEX"  
Kierownik Projektu: prof. dr hab. inż. Dariusz Sybilski  
Data rozpoczęcia: 01.02.2016  
Data zakończenia: 30.04.2018

Opracowano w ramach zadania 2 pt.: "Recykling na gorąco"  
realizowanego przez:

**Zakład Technologii Nawierzchni  
Instytutu Badawczego Dróg i Mostów**

03-302 Warszawa, ul. Instytutowa 1  
tel. +48 22 390 01 07, fax +48 22 814 50 28  
[ibdim@ibdim.edu.pl](mailto:ibdim@ibdim.edu.pl)

oraz

**Katedrę Inżynierii Drogowej i Transportowej  
Politechniki Gdańskiej**

Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska  
80-233 Gdańsk, ul. Narutowicza 11  
tel.: 58 3471347, fax: 58 3471097  
[sekretariat.kid@wilis.pg.gda.pl](mailto:sekretariat.kid@wilis.pg.gda.pl)

**Kierownik zadania:**  
dr inż. Wojciech Bańkowski  
(Instytut Badawczy Dróg i Mostów)

**Opracowali:**  
dr inż. Jacek Alenowicz  
dr inż. Bohdan Dołżycki  
dr inż. Piotr Jaskuła  
(Politechnika Gdańska)

Wersja z dnia 2 kwietnia 2019

## **SPIS TREŚCI**

1. Przedmiot i zakres stosowania.....	4
2. Podstawowe definicje .....	5
3. Sposoby pozyskiwania destruktu asfaltowego .....	8
4. Zasady gromadzenia i zarządzanie destruktem asfaltowym .....	10
5. Destrukt asfaltowy pochodzący z frezowania warstw asfaltowych nawierzchni ..	12
6. Granulowanie i frakcjonowanie .....	15
7. Składowanie.....	17
8. Badania i ocena destruktu asfaltowego kwalifikowanego oraz granulatu asfaltowego .....	18
9. Uwagi końcowe do wytycznych i zaleceń dotyczących recyklingu na gorąco w otaczarkach.....	25
10. Normy i literatura związana .....	26

## **1. PRZEDMIOT I ZAKRES STOSOWANIA**

- 1.1. Niniejsze wytyczne powstały w ramach projektu RID I/6 pt. „Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu” w wyniku realizacji zadania 2 „Recykling na gorąco” na zlecenie NCBiR oraz GDDKiA.
- 1.2. Przedmiotem wytycznych są zalecenia i wymagania dotyczące:
  - pozyskiwania destruktu asfaltowego, jego kwalifikacji i przygotowania granulatu asfaltowego do zastosowania,
  - zasad gromadzenia, składowania i zarządzania destruktem asfaltowym kwalifikowanym oraz granulatem asfaltowym,
  - badań i oceny destruktu asfaltowego oraz granulatu asfaltowego.
- 1.3. W wytycznych wykorzystano informacje z instrukcji, wytycznych, norm i poradników zagranicznych, dotyczących recyklingu na gorąco w otaczarkach, wytycznych i norm obowiązujących w Polsce oraz wnioski z dotychczasowych doświadczeń praktycznych w Polsce.
- 1.4. Zwraca się uwagę, że w czasie realizacji programu RID i opracowania wytycznych została zmieniona treść normy EN-13108-8 „Destrukt asfaltowy”. Zmiany objęły między innymi wprowadzenie nowej i zmianę treści dotychczasowych definicji. W chwili publikacji niniejszych wytycznych obowiązująca norma PN-EN-13108-8:2016 pozostaje w wersji angielskiej i nie jest przetłumaczona na język polski.
- 1.5. Definicje stosowane w wytycznych, podane w rozdziale 2 w punktach 2.1, 2.2 i 2.3 są zgodne z angielskim tekstem zaktualizowanej normy PN-EN 13108-8:2016. Przypisano im pojęcia „destrukt asfaltowy”, „destrukt asfaltowy kwalifikowany” i „granulat asfaltowy”, kierując się ukształtowanym na przestrzeni lat rozumieniem terminów „destrukt asfaltowy” i „granulat asfaltowy” w polskiej praktyce budowy dróg.
- 1.6. Zważywszy na obowiązującą treść definicji 2.2 i 2.3., wymagania dotyczące „granulatu asfaltowego”, wynikające z treści normy PN-EN 13108-8:2016 muszą być spełnione również przez „destrukt asfaltowy kwalifikowany”, z którego pochodzi granulat asfaltowy.
- 1.7. Celem wytycznych jest przedstawienie:
  - czynników wpływających na jakość pozyskiwanego destruktu asfaltowego,
  - czynników wpływających na decyzje, związane ze składowaniem i z zarządzaniem destruktem asfaltowym, destruktem asfaltowym kwalifikowanym i granulatem asfaltowym,

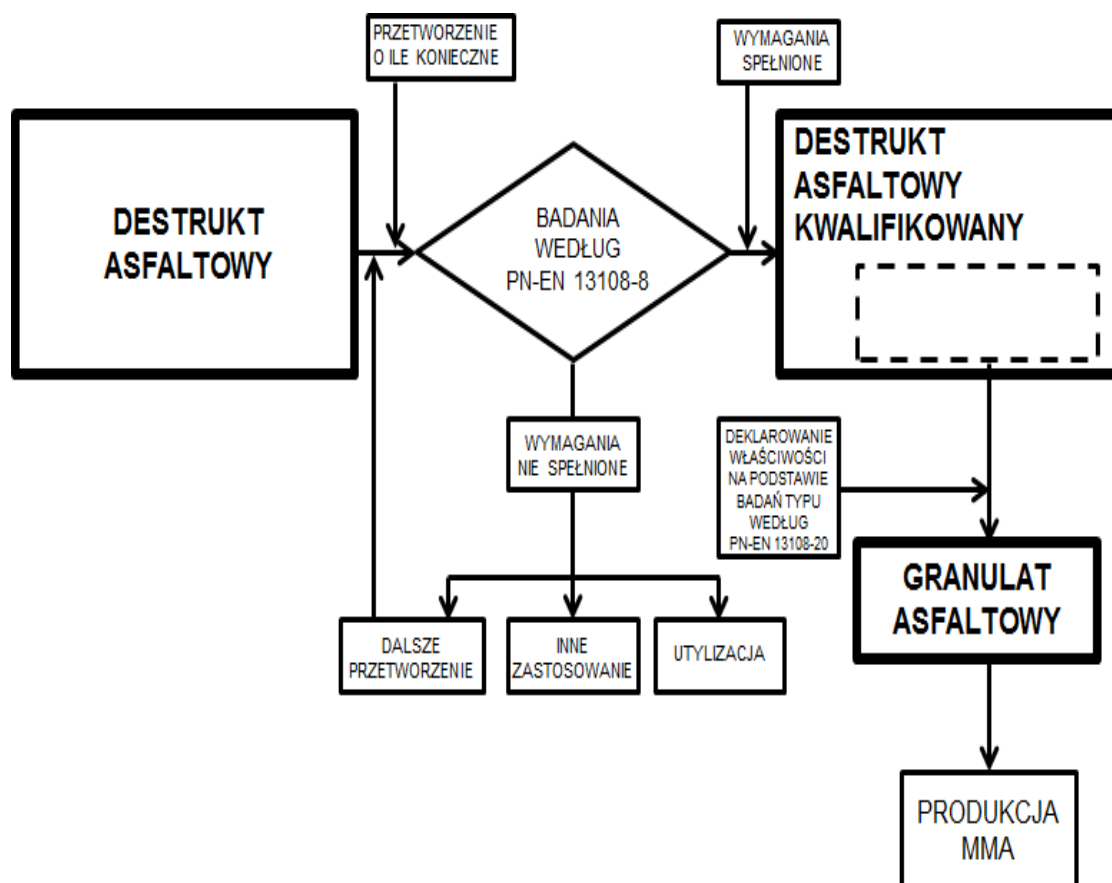
- czynników ograniczających możliwość zastosowania granulatu asfaltowego w produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych,
  - zasad oceny jakości destruktu asfaltowego i granulatu asfaltowego oraz wpływu tej oceny na możliwy zakres zastosowania w produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych.
- 1.8. Na Wykonawcy robót spoczywa obowiązek wyboru metody pozyskiwania destruktu asfaltowego, z uwzględnieniem właściwości warstw(y) przewidzianych(ej) do powtórnego wykorzystania, oraz podjęcia decyzji, dotyczących sposobu składowania pozyskanego destruktu, zakresu jego ewentualnego przetworzenia oraz przygotowania granulatu asfaltowego, z uwzględnieniem występujących uwarunkowań technicznych, technologicznych i ekonomicznych.
- 1.9. Zalecenia i zasady, dotyczące wykorzystania granulatu asfaltowego w produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco przedstawiono również w następujących, innych dokumentach, opracowanych w ramach projektu RID I/6 pt. „Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu” w wyniku realizacji zadania 2 „Recykling na gorąco”:
- „Zalecenia w zakresie produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych z granulem asfaltowym w otaczarkach cyklicznych”,
  - „Wytyczne cząstkowe w zakresie wymagań i projektowania mieszanek mineralno-asfaltowych z granulem asfaltowym produkowanych na gorąco”.
- Niniejszy dokument oraz pozostałe wymienione dokumenty należy rozpatrywać łącznie.

## **2. PODSTAWOWE DEFINICJE**

- 2.1. **Destrukt asfaltowy** (*ang. site-won asphalt*) - materiał przeznaczony do recyklingu, w postaci sfrezowanych warstw asfaltowych lub płyt zerwanych z nawierzchni asfaltowej lub mieszanki mineralno-asfaltowej odrzuconej albo będącej nadwyżką produkcji.  
*Uwaga: Materiały te wymagają oceny i często przetworzenia zanim będą przydatne do zastosowania jako składnik mieszanki mineralno-asfaltowej.*
- 2.2. **Destrukt asfaltowy kwalifikowany** (*ang. reclaimed asphalt RA*) – przetworzony destrukt asfaltowy, przydatny i gotowy do zastosowania jako materiał składowy mieszanki mineralno-asfaltowej, po przeprowadzeniu badań, oceny i klasyfikacji zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 13108-8.  
*Uwaga: Przetworzenie może obejmować jedną lub więcej z następujących czynności: frezowanie, kruszenie, przesiewanie (frakcjonowanie), mieszanie, itd.*

- 2.3. **Granulat asfaltowy** (ang. *feedstock of reclaimed asphalt*) - pewna ilość destruktu asfaltowego kwalifikowanego, o sklasyfikowanych/deklarowanych właściwościach, przydatnego i gotowego do zastosowania jako materiał składowy w produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej.

*Uwaga 1: Schemat procesu oceny i kwalifikacji materiału przeznaczonego do recyklingu na gorąco przedstawiono na rysunku 1.*



Rysunek 1. Schemat procesu oceny i kwalifikacji materiału przeznaczonego do recyklingu na gorąco.

*Uwaga 2: Materiałem przeznaczonym do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych jest granulat asfaltowy. Destrukt asfaltowy klasyfikowany staje się granulatem asfaltowym z chwilą gdy zostanie przeznaczony do produkcji konkretnej mieszanki mineralno-asfaltowej, po zadeklarowaniu właściwości zgodnie z normą PN-EN 13108-20:2016*

- 2.4. **Specjalny destrukt (granulat) asfaltowy** – destrukt lub granulat asfaltowy o specjalnym przeznaczeniu lub pochodzący z warstw nawierzchni o wyjątkowych właściwościach (na przykład: zawierających kruszywa o wysokim współczynniku PSV lub asfalt modyfikowany albo wykonanych z mieszanki

SMA), którego oddzielne pozyskanie i składowanie jest uzasadnione względami technicznymi lub ekonomicznymi.

- 2.5. **Frezowanie selektywne** – oddzielne frezowanie poszczególnych asfaltowych warstw nawierzchni lub pakietu asfaltowych warstw nawierzchni w celu zwiększenia jednorodności pozyskiwanego destruktu asfaltowego lub pozyskania specjalnego destruktu asfaltowego.
- 2.6. **Granulowanie** – rozdrabnianie dużych kawałków destruktu asfaltowego w celu spełnienia wymagań w odniesieniu do destruktu asfaltowego kwalifikowanego i umożliwienia wykorzystania go jako granulatu asfaltowy w recyklingu na gorąco w otaczarkach.
- 2.7. **Fracjonowanie** – podział destruktu asfaltowego na grupy frakcji w celu ułatwienia projektowania składu mieszanek mineralno-asfaltowych, zwiększenia jego zawartości w mieszance mineralno-asfaltowej lub usunięcia nadmiaru drobnych frakcji.  
*Uwaga: najczęściej wystarczający jest podział na dwie grupy frakcji.*
- 2.8. **Metoda dozowania granulatu asfaltowego na zimno** – metoda produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej, w której podawany do produkcji granulatu asfaltowy jest zimny (ma temperaturę otoczenia). Rozpad granulatu asfaltowego na poszczególne składniki w czasie produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej jest wynikiem działania ciepła, pobranego w procesie mieszania od nowego kruszywa, ogrzanego do wyższej temperatury, niż ma to miejsce w przypadku produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej, składającej się w całości z nowych kruszyw. Niekiedy ten sposób podawania granulatu asfaltowego jest też nazywany metodą „przepływu ciepła”.
- 2.9. **Metoda dozowania granulatu asfaltowego na gorąco** – metoda produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej, w której stosuje się dodatkowy bęben, będący elementem otaczarki o działaniu cyklicznym, który pozwala na ogrzanie granulatu asfaltowego, przed połączeniem go z nowymi składnikami w czasie produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej. Niekiedy ten sposób podawania granulatu asfaltowego jest też nazywany metodą „czarnego bębna” lub metodą „równoległego bębna”.  
*Uwaga: Ogrzanie granulatu asfaltowego przed połączeniem z nowymi składnikami ma również miejsce w przypadku stosowania niektórych otaczarek bębnowych o mieszaniu ciągłym.*
- 2.10. **Wskaźnik zastąpienia lepiszcza BR** – udział starego lepiszcza, zawartego w granulacie asfaltowym, w całości lepiszcza w mieszance mineralno-asfaltowej, obliczany według następującego wzoru:

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

gdzie:

BR – wskaźnik zastąpienia lepiszcza (*ang. Binder Replacement*) [% (m/m)],

a – zawartość lepiszcza w granulacie asfaltowym [% (m/m)],

b – udział granulatu asfaltowego w mieszance mineralno-asfaltowej [% (m/m)],

c – całkowita zawartość lepiszcza w mieszance mineralno-asfaltowej [% (m/m)].

- 2.11. **Plan frezowania** – dokumentacja opracowana na podstawie wstępnego rozpoznania nawierzchni, przeprowadzonego przed czynnością frezowania, będąca podstawą frezowania warstwy lub warstw asfaltowych nawierzchni.

### 3. SPOSOBY POZYSKIWANIA DESTRUKTU ASFALTOWEGO

- 3.1. Destrukt asfaltowy może być otrzymywany jednym z następujących sposobów:
- frezowanie na zimno istniejących warstw asfaltowych,
  - rozbiórka w sposób tradycyjny i usuwanie warstw asfaltowych na pełną głębokość oraz kruszenie pozyskanej mieszanki mineralno-asfaltowej,
  - kruszenie odrzutu lub nadmiaru mieszanki mineralno-asfaltowej, które powstały w czasie jej produkcji lub wbudowywania.

#### Frezowanie

- 3.2. Frezowanie warstw asfaltowych na zimno jest podstawowym sposobem pozyskiwania destruktu asfaltowego. Technologia ta pozwala na pozyskanie rozdrobnionego destruktu asfaltowego, zapewniając jednocześnie możliwość:
- precyzyjnego usunięcia tylko wybranych (uszkodzonych) warstw nawierzchni oraz wyselekcjonowanej powierzchni nawierzchni (np. koleiny),
  - uzyskania powierzchni o wymaganych pochyleniach i spadkach oraz teksturze, zapewniającej dobre warunki wbudowania nowych warstw asfaltowych,
  - łatwego zachowania skrajni drogi pod wiaduktami,
  - łatwej rozbiórki nawierzchni w sąsiedztwie elementów odwodnienia (wpusty, studzienki),
  - zminimalizowania utrudnień w ruchu, a w razie konieczności dopuszczenia ruchu po powierzchni powstałej po frezowaniu.
- 3.3. Proces frezowania powinien odbywać się w oparciu o plan frezowania. Zakres i stopień szczegółowości planu frezowania powinny być dostosowane do wielkości prowadzonych robót. Zaleca się aby plan obejmował:



- dokumentację wykonanych odwiertów ze szczególnym uwzględnieniem grubości i rodzaju warstw asfaltowych, szacunkowego wieku nawierzchni,
  - wybór i opis metody frezowania, ze szczególnym uwzględnieniem podziału na odcinki jednorodne, grubości frezowania, selektywności frezowania, powierzchni frezowania, parametrów frezowania i szacunkowej ilości pozyskanego materiału,
  - metodę transportu, miejsca i sposobu składowania oraz konieczności dalszej obróbki,
  - określenie przeznaczenia materiału z frezowania (jeśli jest to możliwe).
- 3.4. Jeżeli destruktu asfaltowy, pochodzący z frezowania, spełnia wymagania wobec destruktu asfaltowego kwalifikowanego i granulatu asfaltowego, może być stosowany w produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej bez dalszego przetworzenia. Zasady frezowania, sprzyjające uzyskaniu destruktu dobrej jakości oraz postępowanie w przypadku destruktu pochodzącego z frezowania warstw asfaltowych, przedstawiono w p. 5 niniejszej instrukcji.

### **Rozbiórka w sposób tradycyjny**

- 3.5. W przypadku rozbiórki i usuwania warstw asfaltowych na pełną głębokość, z zastosowaniem spycharek, ładowarek czołowych lub koparek destruktu asfaltowy zostaje pozyskany w postaci dużych kawałków, które wymagają rozdrobnienia przed ponownym zastosowaniem w mieszance mineralno-asfaltowej. Zasady postępowania w przypadku rozdrabniania destruktu asfaltowego przedstawiono w p. 6 niniejszej instrukcji.
- 3.6. W sposób tradycyjny pozyskiwane są zazwyczaj niewielkie ilości destruktu, które muszą być łączone w celu uzyskania większej partii jednorodnego destruktu asfaltowego kwalifikowanego i granulatu asfaltowego, stosowanego w produkcji.
- 3.7. Tradycyjna rozbiórka warstw asfaltowych nawierzchni zwiększa ryzyko zanieczyszczenia destruktu asfaltowego materiałem wbudowanym w dolne warstwy nawierzchni lub gruntem. W skrajnych przypadkach może to być przyczyną nieprzydatności i odrzucenia destruktu asfaltowego do recyklingu na gorąco w otaczarkach.

### **Nadmiar produkcji lub materiał odrzucony**

- 3.8. Destruktem asfaltowym jest pozostałość, powstająca w związku z:
- rozruchem otaczarki,
  - zmianą receptury roboczej mieszanki mineralno-asfaltowej produkowanej przez otaczarkę,

- procesem oczyszczenia otaczarki, związanym z zakończeniem produkcji,
- odrzuceniem partii mieszanki mineralno-asfaltowej ze względów jakościowych (np. złe otoczenie ziaren kruszywa, nieodpowiednia temperatura itd.),
- niewbudowaniem wyprodukowanej mieszanki mineralno-asfaltowej (np. awaria sprzętu, złe warunki atmosferyczne),
- docięciem krawędzi wbudowanej warstwy asfaltowej.

3.9. Destrukt asfaltowy, będący odrzutem lub nadmiarem produkcyjnym pochodzi z połączenia większej liczby niewielkich partii. Wymaga on rozdrobnienia i dokładnego wymieszania w celu poprawy jednorodności. Przeważnie jest łączony z destruktem pochodzącym z frezowania lub wyburzeń.

3.10. W porównaniu z destruktem pozyskanym z eksploatowanych warstw asfaltowych nawierzchni, nadmiar produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej lub materiał odrzucony zawiera asfalt poddany jedynie starzeniu technologicznemu. Ewentualne przeszywnienie tego lepszczą na skutek długotrwałych procesów starzeniowych (starzenie eksploatacyjne) jest więc ograniczone. W stosunku do destruktu pochodzącego z frezowania charakteryzuje się mniejszą zawartością frakcji drobnych. Przydatność materiału odrzuconego z produkcji powinna zostać każdorazowo przeanalizowana i wykazana.

#### **4. ZASADY GROMADZENIA I ZARZĄDZANIE DESTRUKTEM ASFALTOWYM**

4.1. Właściwe zarządzanie zasobami destruktu asfaltowego wymaga podjęcia decyzji dotyczącej:

- sposobu pozyskania destruktu,
- sposobu gromadzenia destruktu – oddzielne składowanie destruktu pochodzącego z różnych źródeł lub o różnych właściwościach albo składowanie łączne,
- potrzeby zabiegów technologicznych w celu ujednorodnienia destruktu,
- potrzeby przygotowania destruktu do zastosowania (np. rozdrobnienie, frakcjonowania).

4.2. Decyzja zależy od następujących, najważniejszych czynników:

- sposobu pozyskiwania destruktu,
- ilości jednorazowo pozyskiwanego destruktu,
- łącznej ilości destruktu pozyskiwanej w ciągu roku,

- powierzchni/pojemności dostępnej do składowania destruktu i granulatu,
  - procentowej zawartości granulatu asfaltowego, jaka jest planowana do zastosowania w mieszankach mineralno-asfaltowych,
  - stosowanej technologii produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej.
- 4.3. Przyjęta metoda pozyskania i przetworzenia destruktu asfaltowego oraz przygotowania granulatu asfaltowego do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej musi zapewniać uzyskanie wymaganych właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej oraz spełnienie wymagań specyfikacji technicznej. Decyzję podejmuje Wykonawca, biorąc pod uwagę wymienione wymagania techniczne oraz aspekt ekonomiczny.
- 4.4. Selektywne pozyskiwanie i składowanie destruktu asfaltowego przyczynia się do zwiększenia jednorodności destruktu asfaltowego kwalifikowanego oraz granulatu asfaltowego i ułatwia wykorzystanie go w większej proporcji w mieszance mineralno-asfaltowej.
- 4.5. Składowanie destruktu asfaltowego w oddzielnych hałdach jest wskazane jeżeli:
- z jednego źródła jest pozyskiwana znaczna ilość destruktu asfaltowego,
  - właściwości nakazują sklasyfikować pozyskany materiał jako specjalny destruktu asfaltowy,
  - przewidziano zastosowanie znacznej procentowej zawartości granulatu asfaltowego w mieszance mineralno-asfaltowej; czynnik ten często decyduje o wyborze sposobu składowania.
- 4.6. Jeżeli nie zachodzą przesłanki wymienione w p. 4.5. można łączyć destruktu asfaltowy pochodzący z różnych źródeł. W takim przypadku konieczne jest mieszanie mniejszych partii destruktu i homogenizacja materiału w celu uzyskania jednolitej hałdy. Należy w ten sposób zapewnić wystarczającą jednorodność destruktu asfaltowego kwalifikowanego i granulatu asfaltowego, stosowanego w produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej. Możliwe jest stosowanie innych metod jak np. układanie warstwowe destruktu różnego pochodzenia i późniejsze pobieranie przez kilka warstw. Jednorodność powinna zostać potwierdzona badaniami laboratoryjnymi zgodnie z kryteriami ustalonymi w niniejszych wytycznych.
- 4.7. W trakcie pobierania i oględzin odwiertów, jak również frezowania nawierzchni należy zwrócić uwagę na występowanie lepiszczy smołowych. W przypadku wątpliwości należy przeprowadzić odpowiednie badania. W przypadku stwierdzenia, że w przetwarzanej nawierzchni występują warstwy z lepiszczem smołowym lub składnikami smołowymi, należy rozważyć przetworzenie takiej nawierzchni w technologii recyklingu na zimno.

Technologia ta pozwala uniknąć rozbiórki nawierzchni i składowania szkodliwego dla środowiska destruktu ze składnikami smołowymi. Przetworzenie takich warstw z dodatkiem środków wiążących pozwala zamknąć składniki smołowe warstwą asfaltu, nieszkodliwego dla środowiska.

## **5. DESTRUKT ASFALTOWY POCHODZĄCY Z FREZOWANIA WARSTW ASFALTOWYCH NAWIERZCHNI**

- 5.1. Przed wykonaniem frezowania warstwy lub warstw nawierzchni wskazane jest opracowanie planu frezowania według zasad podanych w p. 3.3. Informacje uzyskane na podstawie odwiertów wykonanych w celu opracowania planu frezowania są przydatne przy deklaracji pochodzenia destruktu.
- 5.2. Frezowanie warstw asfaltowych na zimno pozwala na pozyskanie rozdrobionego destruktu asfaltowego. Wielkość kawałków materiału uzyskanego w czasie frezowania zależy od następujących, najważniejszych czynników:
  - prędkości roboczej frezarki,
  - liczby, typu i układu elementów tnących,
  - głębokości frezowania,
  - właściwości frezowanej warstwy,
  - kierunku i prędkości obrotów bębna skrawającego.
- 5.3. Współcześnie stosuje się skrawanie przeciwbieżne, to znaczy kierunek poruszania się bębna skrawającego jest przeciwny do kierunku ruchu maszyny. Prędkość obrotów bębna jest regulowana i przeważnie mieści się w przedziale od 60 do 100 obrotów/minutę.
- 5.4. Zachowanie stałej prędkości frezarki i obrotów bębna w czasie frezowania przyczynia się do uzyskania bardziej jednorodnego destruktu. Nadmierna prędkość frezarki prowadzi do powstawania niejednorodnego destruktu i wrywania większych kawałków frezowanej warstwy.
- 5.5. Wzrost prędkości obrotów bębna skrawającego i redukcja prędkości roboczej frezarki prowadzi do uzyskania drobniejszego destruktu, a także równiejszej powierzchni warstwy po frezowaniu. Większe rozdrobienie destruktu asfaltowego uzyskuje się również w przypadku użycia frezarki o skrawaniu współbieżnym.
- 5.6. W czasie frezowania nie należy dopuścić do nadmiernego rozdrobienia destruktu asfaltowego, ponieważ prowadzi to do niepożądanego rozdrobienia kruszywa zawartego w destrukcie i istotnego przesunięcia ku górze krzywej

uziarnienia tego kruszywa. Nadmierne rozdrobnienie kruszywa w destrukcie asfaltowym może być przyczyną poważnych ograniczeń w jego stosowaniu.

- 5.7. Stopień rozdrobnienia kruszywa w pozyskiwanym destrukcie zależy od:
- twardości kruszywa i jego odporności rozdrabniania,
  - temperatury nawierzchni w trakcie frezowania, w wyższej temperaturze uzyskuje się grubszy destruk, w niskiej temperaturze drobniejszy, przy tych samych warunkach frezowania.
  - prędkości frezarki i obrotów bębna,
  - głębokości frezowania.
- 5.8. Frezowanie warstw nawierzchni może być prowadzone selektywnie (p. 2.5) lub mogą być one frezowane łącznie. Frezowanie selektywne uzasadniają sytuacje określone w p. 4.5. Frezowanie selektywne zwiększa jednorodność destruktu asfaltowego. Poza aspektem technicznym potrzeba frezowania selektywnego powinna być również oceniona przez Wykonawcę robót pod względem ekonomicznym.
- 5.9. W przypadku niewielkiego udziału granulatu asfaltowego w produkowanych mieszankach mineralno-asfaltowych poprawne technicznie, a jednocześnie bardziej opłacalne, może okazać się łączne usunięcie warstw asfaltowych i pozyskanie destruktu asfaltowego o uśrednionych właściwościach, niż kilkukrotne frezowanie i oddzielne składowanie destruktu pochodzącego z poszczególnych warstw.
- 5.10. W czasie frezowania nie wolno dopuścić do zanieczyszczenia destruktu asfaltowego materiałem z podbudowy lub podłoża gruntowego. Zagrożenie takie występuje w przypadku frezowania niżej leżących warstw asfaltowych oraz poboczy.
- 5.11. Zazwyczaj destruk asfaltowy, pochodzący z frezowania wymaga ograniczonych czynności technologicznych w celu doprowadzenia do wymagań stawianych destrukowi asfaltowemu kwalifikowanemu oraz granulatu asfaltowemu lub nie wymaga takich czynności. Zakres koniecznych prac jest związany przede wszystkim z przeznaczeniem destruktu. Podstawowe parametry destruktu asfaltowego i potrzeba przetworzenia są związane z jakością frezowania i wynikają przede wszystkim z wymiaru największych kawałków destruktu (ew. wymagane odsianie i granulowanie) oraz zawartości części drobnych (ew. wymagane frakcjonowanie).
- 5.12. Zasady postępowania z destruktem asfaltowym, pochodzącym z frezowania, są następujące:

- Ułożenie sfrezowanego destruktu w hałdzie, w sposób eliminujący możliwość zanieczyszczenia; należy zminimalizować zagrożenie segregacją materiału oraz zapewnić odwodnienie.
- Pobranie próbek w celu ustalenia wielkości kawałków destruktu i uziarnienia zawartego w nim kruszywa oraz wstępna kwalifikacja destruktu asfaltowego.
- Jeżeli wielkość kawałków destruktu nie jest zbyt duża i umożliwia jego użycie w przypadku zakładanej mieszanki mineralno-asfaltowej oraz technologii jej produkcji, należy pobrać próbki do badań laboratoryjnych i oceny jednorodności hałdy w celu zakwalifikowania destruktu asfaltowego jako destruktu asfaltowego kwalifikowanego, a w konsekwencji jako granulatu asfaltowego. Zawartość drobnych frakcji kruszywa w destrukcie kwalifikowanym może wymusić jego frakcjonowanie i podział na dwie lub trzy frakcje granulatu asfaltowego.
- Jeżeli wielkość kawałków destruktu asfaltowego jest zbyt duża i nie umożliwia jego użycia w przypadku zakładanej mieszanki mineralno-asfaltowej oraz technologii jej produkcji to konieczne jest jego dalsze przetworzenie w celu zakwalifikowania jako granulatu asfaltowego.

5.13. Dalsze przetworzenie destruktu asfaltowego, pochodzącego z frezowania może obejmować granulowanie i frakcjonowanie. Zakres stosowania obu czynności wynika z cech sfrezowanego destruktu, wymagań stawianych destruktu kwalifikowanemu oraz granulatu asfaltowemu i technologii dozowania destruktu. Należy pamiętać, że granulowanie może być przyczyną powstania nadmiernej ilości frakcji drobnych, co w konsekwencji może doprowadzić do ograniczenia maksymalnej ilości granulatu asfaltowego możliwego do zastosowania w mieszance mineralno-asfaltowej, dlatego czynność ta powinna być stosowana tylko w koniecznym zakresie. W przypadku stosowania metody dozowania granulatu asfaltowego na gorąco zostaje on rozdrobniony i ujednorodniony w trakcie przejścia przez „czarny bęben”. W takim przypadku maksymalna wielkość kawałka granulatu asfaltowego wynika z ograniczeń urządzenia ogrzewającego i podającego materiał.

5.14. Decyzja w zakresie ewentualnego przetworzenia destruktu powinna zostać podjęta przez Wykonawcę z uwzględnieniem doświadczeń własnych i oceny możliwości produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej o ustalonych parametrach zgodnie w wymaganiami specyfikacji technicznej.

## **6. GRANULOWANIE I FRAKCJONOWANIE**

- 6.1. Granulowanie i/lub frakcjonowanie destruktu asfaltowego przeprowadza się w celu uzyskania właściwości, wymaganych w odniesieniu do destruktu asfaltowego kwalifikowanego i granulatu asfaltowego.
- 6.2. Powodem przetworzenia destruktu asfaltowego są:
  1. nadmierna wielkość kawałków pozyskanego destruktu asfaltowego (granulowanie),
  2. ograniczenia w wykorzystaniu destruktu jako granulatu asfaltowego w produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych, wskutek niekorzystnego uziarnienia (frakcjonowanie).
- 6.3. W trakcie procesu granulacji lub frakcjonowania zaleca się usunąć materiały obce nawet jeżeli spełnione są wymagania określone w punkcie 8.18. Przykładem efektywnego usuwania elementów stalowych jest stosowanie elektromagnesów do ich przechwytywania.

### **Granulowanie**

- 6.4. Granulowanie jest konieczne jeżeli destruktu asfaltowego pozyskano metodą tradycyjnej rozbiórki warstw asfaltowych lub jest on nadmiarem produkcyjnym albo materiałem odrzuconym. Jeżeli kawałki destruktu są zbyt duże aby wprowadzić je do granulatora, konieczne jest ich wstępne rozkruszenie.
- 6.5. Jeżeli destruktu asfaltowego pochodzi z frezowania warstwy (warstw) nawierzchni, to potrzeba granulowania może dotyczyć niewielkiej części pozyskanego materiału – kawałków o wielkości zbyt dużej, by nastąpił ich rozpad na poszczególne składniki w czasie produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej, z zastosowaniem wybranej technologii.
- 6.6. W przypadku stosowania do produkcji typowych otaczarek cyklicznych i metody dozowania granulatu na zimno maksymalny wymiar kawałków granulatu asfaltowego wynosi około 20-30 mm.
- 6.7. W przypadku stosowania do produkcji otaczarek cyklicznych, wyposażonych w tzw. „czarny bęben”, służący ogrzaniu granulatu asfaltowego przed podaniem do mieszalnika otaczarki, maksymalny wymiar kawałków granulatu asfaltowego powinien określić Wykonawca, z uwzględnieniem parametrów stosowanego sprzętu. Wymiar ten nie powinien być większy niż 40-50 mm. Wielkość kawałków powinna umożliwić wystarczający rozpad granulatu asfaltowego na poszczególne składniki, przed podaniem go do mieszalnika i uzyskanie w czasie procesu mieszania jednorodnej mieszanki mineralno-asfaltowej. Należy jednocześnie uwzględnić, że stosowanie dużych kawałków

granulatu wymaga wydłużenia czasu ogrzewania i może być przyczyną zwiększonego starzenia lepiszcza zawartego w granulacie.

- 6.8. Granulowanie kawałków destruktu może wpłynąć negatywnie na jakość destruktu asfaltowego kwalifikowanego i przydatność granulatu asfaltowego, jeżeli rozdrobnienie będzie nadmierne, dlatego należy wykonywać je w minimalnym, koniecznym zakresie. Zaleca się odsianie frakcji wymagającej rozdrobnienia i poddanie granulacji wyłącznie tego materiału.
- 6.9. Granulowanie destruktu asfaltowego odbywa się z zastosowaniem kruszarek lub granulatorów, o konstrukcji dostosowanej do specyfiki materiału poddawanego rozdrobnieniu, jakim jest destrukt zawierający lepiszcze. Tradycyjne kruszarki do rozdrabniania skał mogą być stosowane do wstępnego skruszenia dużych brył destruktu, przed poddaniem materiału właściwej granulacji.

### **Fracjonowanie**

- 6.10. Może być uzasadnione wydzielenie frakcji destruktu asfaltowego kwalifikowanego i granulatu asfaltowego. Zazwyczaj wystarczające w takiej sytuacji jest wydzielenie dwóch lub trzech frakcji.
- 6.11. Fracjonowanie destruktu asfaltowego może być wykonywane ze względu na następujące przyczyny:
- konieczność odsiania zbyt dużych kawałków destruktu, po usunięciu których materiał będzie spełniał wymagania wobec destruktu asfaltowego kwalifikowanego i będzie przydatny do zastosowania w produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych jako granulatu asfaltowego,
  - konieczność odseparowania zbyt drobnych frakcji, zawartych w odzyskanym materiale, których obecność ogranicza przydatność destruktu asfaltowego kwalifikowanego jako granulatu asfaltowego,
  - potrzebę wyodrębnienia grup frakcji, w celu ułatwienia projektowania składu mieszanki mineralno-asfaltowej i zwiększenia udziału w niej granulatu asfaltowego.

W pierwszym przypadku wielkość użytego sita jest ściśle związana z wymaganiami stosowanej technologii recyklingu. W drugim i trzecim przypadku wielkość sita (sit) zależy od uziarnienia materiału, przeznaczonego do sortowania i wymagań związanych z typem projektowanej mieszanki mineralno-asfaltowej oraz zakładanym udziałem granulatu asfaltowego w mieszance.

- 6.12. Drobniejsze frakcje, wydzielone z destruktu asfaltowego kwalifikowanego oraz granulatu asfaltowego, charakteryzuje przeważnie większa zawartość lepiszcza.



- 6.13. Poza przyczynami wymienionymi w p. 6.11 podjęcie decyzji o frakcjonowaniu może być uzasadnione, jeżeli występują trudności w utrzymaniu jednorodności składu mieszanek mineralno-asfaltowych, produkowanych z granulatem asfaltowym.
- 6.14. Decyzję o potrzebie frakcjonowania powinien podjąć Wykonawca, uwzględniając przesłanki technologiczne, wymienione w p. 6.11 i 6.13 oraz względy ekonomiczne.

## **7. SKŁADOWANIE**

- 7.1 Destrukt asfaltowy dostarczony do wytwórni i składowany w celu powtórnego wykorzystania, powinien być wolny od zanieczyszczeń materiałami obcymi, w ilości przekraczającej wartości dopuszczalne..
- 7.2 Hałdy destruktu asfaltowego mogą być formowane oddzielnie, z materiału pozyskiwanego z jednego źródła, na przykład w wyniku selektywnego frezowania, lub partie różnego destruktu asfaltowego mogą być łączone w jednej hałdzie. Sytuacja taka może mieć miejsce w przypadku pozyskiwania niewielkich partii destruktu w czasie remontów krótkich odcinków dróg lub ulic.
- 7.3 W przypadku formowania jednej hałdy z różnych źródeł kluczowe znaczenie dla jednorodności uzyskiwanego później granulatu asfaltowego ma mieszanie, na ile to jest możliwe, dowożonego destruktu asfaltowego. Materiał z takiej hałdy, powinien następnie być pobierany w czasie formowania hałdy destruktu asfaltowego kwalifikowanego lub granulatu asfaltowego albo do dalszej ewentualnej przeróbki (granulowanie, frakcjonowanie) z różnych miejsc hałdy, z zastosowaniem ładowarki czołowej w celu ujednoczenia materiału i zwiększenia jednorodności granulatu asfaltowego. Metodą alternatywną jest formowanie hałdy warstwowo z materiałów pochodzących z różnych źródeł. Mieszanie odbywa się wówczas przez pobieranie materiału z hałdy z kilku warstw jednocześnie.
- 7.4 W czasie formowania hałd destruktu asfaltowego pochodzącego z frezowania oraz granulatu asfaltowego, należy zadbać o to, by nie dochodziło do segregacji. W przypadku przekazywania granulatu na hałdę za pomocą przenośnika taśmowego, korzystne jest stosowanie przenośników z regulowaną wysokością i zasięgiem sypania, które są zwiększane w miarę wzrostu ilości materiału na hałdzie.
- 7.5 Zaleca się formowanie hałd o kształcie stożkowym i o wysokości nie większej niż 10 metrów. Płaskie i rozległe hałdy, położone na odkrytym terenie charakteryzuje zwiększona wilgotność.

- 7.6 Poruszanie się pojazdów po rozdrobnionym destrukcie asfaltowym lub granulacie asfaltowym jest niedopuszczalne. Dopuszcza się ruch lekkich maszyn, w zakresie niezbędnym do uformowania hałdy.
- 7.7 Korzystne jest by powierzchnia, na której jest składowany destrukc asfaltowy kwalifikowany lub granulac asfaltowy była utwardzona. W przypadku składowania materiału bez ochrony przed opadami, ukształtowanie powierzchni składowania z wyraźnym spadkiem przeciwdziała akumulacji wody w hałdzie.
- 7.8 Istotnym elementem jest ochrona destruktu asfaltowego kwalifikowanego i granulatu asfaltowego przed opadami atmosferycznymi poprzez składowanie pod zadaszeniem. W szczególności jest to istotne w odniesieniu do granulatu asfaltowego, stosowanego w technologii dozowania granulatu na zimno w produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej. Najlepsze efekty daje składowanie pod otwartymi wiatami, które dając ochronę przed opadami, umożliwiają dostęp powietrza do składowanego materiału, co chroni przed zwiększeniem jego wilgotności.
- 7.9 Zwiększona wilgotność granulatu asfaltowego zawsze obniża wydajność otaczarki i podnosi koszty produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej. W przypadku stosowania metody dozowania „na zimno” wysoka wilgotność może stać się powodem radykalnego ograniczenia ilości granulatu asfaltowego, którą można użyć w mieszance mineralno-asfaltowej. Jeżeli otaczarka jest wyposażona w „czarny bęben” wilgotność granulatu asfaltowego ma mniejszy wpływ na jakość mieszanki mineralno-asfaltowej. Wysoka wilgotność zawsze jednak powoduje większe zużycie paliwa i spadek wydajności, co skutkuje wzrostem kosztów produkcji.

## **8. BADANIA I OCENA DESTRUKTU ASFALTOWEGO KWALIFIKOWANEGO ORAZ GRANULATU ASFALTOWEGO**

- 8.1. Badania i ocenę pozyskanego destruktu asfaltowego, destruktu asfaltowego kwalifikowanego oraz granulatu asfaltowego przeprowadza Wykonawca.
- 8.2. Ocena destruktu asfaltowego ma na celu określenie potrzeby i zakresu dalszego przetworzenia i przygotowania pozyskanego materiału, zanim będzie on przydatny do wykorzystania jako składnik mieszanki mineralno-asfaltowej.
- 8.3. W przypadku destruktu asfaltowego, pochodzącego z frezowania oraz destruktu asfaltowego poddanego przetworzeniu w wytwórni (granulacja, frakcjonowanie) przeprowadzone badania powinny umożliwić sklasyfikowanie

destruktu i dalsze zakwalifikowanie go jako destruktu asfaltowy kwalifikowany, a w konsekwencji jako granulatu asfaltowy.

- 8.4. Zakres i częstotliwość badań destruktu asfaltowego kwalifikowanego i granulatu asfaltowego muszą zapewnić uzyskanie wiarygodnych informacji, dotyczących jego właściwości, koniecznych do prawidłowego zaprojektowania mieszanki mineralno-asfaltowej, spełniającej wymagania wynikające z jej przeznaczenia. Zakres i częstotliwość badań nie mogą być mniejsze niż określono w niniejszych wytycznych.
- 8.5. Badania właściwości rozdrobnionego destruktu asfaltowego w celu jego oceny i kwalifikacji, z uwzględnieniem wymagań w odniesieniu do destruktu asfaltowego kwalifikowanego i granulatu asfaltowego, należy przeprowadzić na próbkach pobranych z hałdy. Ocena właściwości materiału przeznaczonego do recyklingu na gorąco w otaczarkach na podstawie badań próbek z odwiertów pobranych z nawierzchni przed remontem jest niewiarygodna, ze względu na późniejsze rozdrobnienie kruszywa w procesie frezowania lub kruszenia destruktu asfaltowego oraz brak uwzględnienia jednorodności hałdy, z której materiał trafia do produkcji.
- 8.6. Próbki z odwiertów mogą być ewentualnie użyte, jeżeli uznano że jest konieczna wcześniejsza, wstępna ocena warstw asfaltowych, na przykład stopnia starzenia asfaltu w warstwie przewidzianej do powtórnego wykorzystania.
- 8.7. Badania odwiertów pobranych z nawierzchni poddawanej rozbiórce lub frezowaniu wykonuje się w celu wstępnej identyfikacji układu warstw, ich grubości, rodzaju mieszanek mineralno-asfaltowych oraz identyfikacji ewentualnych warstw zawierających lepiszcze smołowe. Uzyskane informacje są wykorzystywane przy ustaleniu planu frezowania, głębokości frezowania i ewentualnego podziału na odcinki jednorodne.

#### **Liczba i sposób pobrania próbek destruktu asfaltowego kwalifikowanego i granulatu asfaltowego**

- 8.8. Liczbę próbek, które należy pobrać oblicza się dzieląc masę materiału zgromadzonego na hałdzie, podaną w tonach, przez 500 ton, zaokrąglając w górę do pełnej liczby, przy czym minimalna liczba próbek wynosi 5.
- 8.9. Próbki należy pobierać losowo, a sposób pobrania próbek musi zapewniać reprezentatywne rozpoznanie jednorodności i właściwości hałdy. Pobranie próbek należy przeprowadzić zgodnie z zasadami określonymi w normie PN-EN 932-1 *Badania podstawowych właściwości kruszyw. Metody pobierania próbek*.

- 8.10. Asfalt zawarty w materiale zgromadzonym na hałdzie sprawia, że po pewnym czasie na powierzchni hałdy może powstać twarda warstwa (skorupa) o grubości około 15-20 cm, która powoduje utrudnienia w ocenie hałdy po jej ostatecznym ukształtowaniu. Z tego względu dopuszcza się pobieranie próbek w czasie tworzenia hałdy, jako łatwiejsze. Należy jednak zapewnić reprezentatywność pobranych na bieżąco próbek. Jeżeli próbki mają być pobrane z ukształtowanej już hałdy, to należy w tym celu wykorzystać ładowarkę czołową.
- 8.11. Wielkość pobranych próbek powinna być dostosowana do zakresu badań. Minimalna masa jednej próbki laboratoryjnej powinna wynosić około 10 kg, natomiast w przypadku szerszych badań, obejmujących określenie właściwości asfaltu oraz późniejszy projekt mieszanki mineralno-asfaltowej, należy pobrać próbkę laboratoryjną o masie co najmniej 25 kg. W przypadku opracowywania więcej niż jednego projektu mieszanki mineralno-asfaltowej należy odpowiednio zwiększyć masę pobieranych próbek.

#### **Zakres badań i deklarowane cechy granulatu asfaltowego**

- 8.12. Badania granulatu asfaltowego powinny pozwolić na określenie jego jakości, na podstawie oceny składu, rodzaju i właściwości kruszywa oraz asfaltu i oceny jednorodności hałdy oraz na potwierdzenie, że spełnione są wymagania materiałowe, dotyczące mieszanki mineralno-asfaltowej w której ma być zastosowany.
- 8.13. Zakwalifikowanie destruktu asfaltowego jako destruktu asfaltowy kwalifikowany wymaga przeprowadzenia badań i oceny według normy PN-EN 13108:8. Badania konieczne do oceny destruktu asfaltowego kwalifikowanego, w zakresie wynikającym z wymienionej normy, obejmują określenie:
- zawartości materiałów obcych,
  - maksymalnej wielkości kawałków materiału,
  - typu i zawartości asfaltu,
  - uziarnienia kruszywa,
  - właściwości asfaltu.
- 8.14. Zakwalifikowanie destruktu asfaltowego kwalifikowanego jako granulatu asfaltowy wymaga rozszerzenia oceny według normy PN-EN 13108:8 o określenie rodzaju i właściwości kruszywa oraz jednorodności granulatu, a także przeprowadzenia Badań Typu według normy PN-EN 13108-20. Nie wymaga się powtórzenia badań, wykonanych wcześniej w celu potwierdzenia właściwości destruktu asfaltowego kwalifikowanego o ile nie poddano go dalszemu przetworzeniu, np. poprzez frakcjonowanie.

8.15. Destrukt asfaltowy kwalifikowany oraz granulaty asfaltowe definiuje podstawowe oznaczenie, odnoszące się do rozdrobnienia materiału i maksymalnego wymiaru zawartego w nim kruszywa – U RA d/D i U GRA d/D. Na przykład:

- 40 RA 0/16 mm oznacza destrukt asfaltowy, który w 100% przechodzi przez sito 40 mm, a maksymalny wymiar ziaren zawartego w nim kruszywa wynosi 16 mm,
- 22,4 GRA 0/11,2 mm oznacza granulaty asfaltowe, który w 100% przechodzi przez sito 22,4 mm, a maksymalny wymiar ziaren kruszywa wynosi 11,2 mm.

W przypadku frakcjonowania należy również określić dolną granicę uziarnienia kawałków materiału, jeżeli jest ona inna niż 0.

8.16. W opisie granulatu asfaltowego należy deklorować następujące cechy:

- Typ mieszanki lub mieszanek, z której (z których) pochodzi granulaty (na przykład AC 16 W 35/50, KR3-KR4).
- Rodzaj kruszywa (rodzaj skały, przekruszenie) i uśrednione uziarnienie.
- Typ lepiszcza, średnią zawartość lepiszcza. Jeżeli jest to wymagane, należy również deklorować średnią temperaturę mięknięcia lepiszcza odzyskanego i inne właściwości lepiszcza odzyskanego, na przykład penetrację w temperaturze 25°C.
- Maksymalną wielkość kawałków granulatu asfaltowego i zawartego w nim kruszywa U GRA d/D. Wymiar  $D$  kruszywa zawartego w granulacie asfaltowym nie może być większy od wymiaru  $D$  mieszanki mineralnej wchodzącej w skład projektowanej mieszanki mineralno-asfaltowej.
- Jednorodność na podstawie rozstępu procentowego udziału w granulacie określonych grup frakcji kruszywa i zawartości lepiszcza oraz rozstępu temperatury mięknięcia lepiszcza (tabela 8.1).
- Inne właściwości, w zakresie wymaganym w Badaniach Typu według normy PN-EN 13108-20.

Nie dopuszcza się do stosowania granulatu, którego pochodzenia nie można potwierdzić lub zadeklorować. Przez potwierdzenie należy rozumieć pozyskanie informacji archiwalnych o rodzaju zastosowanej mieszanki mineralno-asfaltowej oraz rodzaju dokumentu odniesienia według jakiej została wykonana rozpatrywana mieszanka mineralno-asfaltowa. Jeżeli nie można potwierdzić lub zadeklorować pochodzenia i właściwości granulatu asfaltowego, należy przeprowadzić jego badania w niezbędnym zakresie.

8.17. Jeżeli hałda granulatu pochodzi z połączenia destruktu z kilku źródeł, należy przyjąć, że w odniesieniu do materiałów użytych do mieszanek mineralno-asfaltowych, zgromadzonych na hałdzie obowiązują właściwości najgorszego materiału dowiezionego na hałdę lub należy przeprowadzić badania.

## **Metody badań i wymagania w stosunku do granulatu asfaltowego**

8.18. Zawartość materiałów obcych w destrukcie asfaltowym kwalifikowanym i granulacie asfaltowym należy określić zgodnie z normą PN-EN 12697-42 „*Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 42: Zawartość części obcych w destrukcie asfaltowym*” i wynik podać jako kategorię FMi (w normie jest to oznaczone symbolem F ale dla odróżnienia od mrozoodporności w Polsce stosuje się oznaczenie FM).

Do stosowania dopuszcza się granulaty asfaltowe kategorii FM1, to znaczy taki, w którym:

- wagowa zawartość materiałów z grupy 1 (beton cementowy i wykonane z niego wyroby, zaprawy cementowe, cegły, materiały pochodzące z podbudów drogowych, z wyłączeniem kruszywa naturalnego) nie przekracza 1% oraz,
- wagowa zawartość materiałów z grupy 2 (materiały syntetyczne, drewno, tworzywa sztuczne) nie przekracza 0,1%.

8.19. Zawartość lepiszcza w destrukcie asfaltowym kwalifikowanym i granulacie asfaltowym należy określić według normy PN-EN 12697-1 „*Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 1: Zawartość lepiszcza rozpuszczalnego*”.

8.20. Odzysk lepiszcza z destruktu asfaltowego kwalifikowanego i granulatu asfaltowego należy przeprowadzić według normy PN-EN 12697-3 „*Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 3: Odzyskiwanie asfaltu. Wyparka obrotowa*” lub według normy PN-EN 12697-4 „*Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 4: Odzysk asfaltu. Kolumna do destylacji frakcyjnej*”.

8.21. Temperaturę mięknięcia lepiszcza z destruktu asfaltowego kwalifikowanego i granulatu asfaltowego należy określić według normy PN-EN 1427 „*Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie temperatury mięknięcia. Metoda Pierścienia i Kula*”. Wartość średnia temperatury mięknięcia lepiszcza odzyskanego z pobranych próbek granulatu asfaltowego nie może być wyższa od 70°C, a pojedyncze wartości oznaczeń nie mogą przekraczać 77°C. Wówczas granulatu asfaltowemu zostaje przypisana kategoria S<sub>70</sub>.

8.22. Penetrację lepiszcza z destruktu asfaltowego kwalifikowanego i granulatu asfaltowego należy określić według normy PN-EN 1426 „*Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczanie penetracji igłą*”. Wartość średnia penetracji lepiszcza odzyskanego z pobranych próbek granulatu asfaltowego nie może być mniejsza niż 15x0,1 mm, a pojedyncze wartości oznaczeń nie mogą być

mniejsza niż 10x0,1 mm. Wówczas granulatu asfaltowemu zostaje przypisana kategoria P<sub>15</sub>.

8.23. Określenie uziarnienia kruszywa, pochodzącego z pobranych próbek destruktu asfaltowego kwalifikowanego i granulatu asfaltowego należy przeprowadzić przy spełnieniu następujących warunków:

- Uziarnienie należy podawać jako procentowy udział kruszywa, które przechodzi przez następujące sита: 1,4*D*, *D*, 2 mm i 0,063 mm i jedno lub więcej sit grubych pomiędzy *D* a 2 mm, jak również jedno lub więcej sit pomiędzy 2 mm a 0,063 mm.
- Sita grube powinny być wybrane z zestawu podstawowego plus zestaw 1 lub z zestawu podstawowego plus zestaw 2 zgodnie z PN-EN 13043 „Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu”.
- Sita drobne powinny być wybrane spośród następujących sit: 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm i 0,125 mm,
- *D* jest większą wartością z dwóch następujących: rozmiaru sита M/1,4, gdzie M jest najmniejszym rozmiarem sита przez które przechodzi 100% kruszywa i najmniejszego rozmiaru sита przez które przechodzi 85% kruszywa.

8.24. Właściwości kruszywa w destrukcie asfaltowym kwalifikowanym i granulacie asfaltowym powinny spełniać wymagania określone dla kruszywa w mieszance mineralno-asfaltowej, w której ma być zastosowany granulatu. Dopuszcza się deklarowanie właściwości kruszywa mineralnego w granulacie asfaltowym na podstawie zadeklarowanego wcześniejszego zastosowania.

8.25. Dopuszczalne rozstępy wyników badań, dotyczące oceny jednorodności destruktu asfaltowego kwalifikowanego i granulatu asfaltowego podano w tabeli 8.1. Obowiązują przy założeniu wykorzystania granulatu asfaltowego:

- w mieszankach mineralno-asfaltowych do warstwy podbudowy w ilości takiej, że wskaźnik zastąpienia lepiszcza BR nie jest większy niż 50%
- w mieszankach mineralno-asfaltowych do warstwy wiążącej i ścieralnej w ilości takiej, że wskaźnik zastąpienia lepiszcza BR nie jest większy niż 30%; w przypadku przekroczenia podanej wartości wskaźnika BR dopuszczalne rozstępy wyników badań jednorodności granulatu asfaltowego należy określić indywidualnie.

Tabela 8.1. Dopuszczalny rozstęp wyników badań  $T_{roz}$  destruktu asfaltowego kwalifikowanego i granulatu asfaltowego

Właściwość	Dopuszczalny rozstęp wyników badań $T_{roz}$ granulatu asfaltowego do zastosowania w mieszance mineralno-asfaltowej przeznaczonej do:	
	AC S, SMA, AC W, AC WMS W	AC P, AC WMS P
Temperatura mięknięcia $T_{PIK}$ , [°C]	8	8
Zawartość lepiszcza [% (m/m)]	1,0	1,2
Zawartość kruszywa o uziarnieniu < 0,063mm [% (m/m)]	6,0	10,0
zawartość kruszywa o uziarnieniu od 0,063 mm do 2 mm [% (m/m)]	16,0	16,0
zawartość kruszywa o uziarnieniu > 2 mm [% (m/m)]	16,0	18,0

W celu oceny jednorodności destruktu asfaltowego kwalifikowanego i granulatu asfaltowego można również w stosunku do ocenianej właściwości zdefiniować maksymalną wartość odchylenia standardowego wyników badań.

8.26. Zakres podstawowych wymagań dotyczących granulatu asfaltowego podano w tabeli 8.2.

Tabela 8.2. Zakres podstawowych wymagań dotyczących destruktu asfaltowego kwalifikowanego i granulatu asfaltowego

Właściwość	Wymaganie
Maksymalna wielkość kawałków granulatu asfaltowego	W dostosowaniu do używanej technologii dozowania granulatu, umożliwiająca rozpad cząstek granulatu i jednorodne wymieszanie z nowymi składnikami mm-a
Kategoria zawartości materiałów obcych	FM1
Maksymalna temperatura mięknięcia $T_{PIK}$ , [°C]	Według p. 8.19
Minimalna penetracja [0,1 mm]	Według p. 8.20
Warunki określenia uziarnienia kruszywa	Według p. 8.21.
Właściwości kruszywa	Według p. 8.23.
Rozstęp wyników badań właściwości granulatu	Według p. 8.24 i tabeli 8.1

8.27. Zastosowanie granulatu asfaltowego do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych do warstwy ścieralnej jest niezalecane ze względu na ryzyko związane z bezpośrednim oddziaływaniem ruchu samochodowego i czynników atmosferycznych na warstwę zawierającą granulaty asfaltowe (potencjalna niejednorodność i podatność na spękania), małą opłacalność ekonomiczną (niewielka grubość warstwy) oraz brak doświadczenia krajowego związanego z zastosowaniem do warstw ścieralnych mieszanek mineralno-asfaltowych z granulatem asfaltowym.



- 8.28. W szczególnych przypadkach, za zgodą Zamawiającego, można zastosować granulaty asfaltowe do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych, przeznaczonych do warstw ścieralnych, AC S oraz do SMA, w przypadku dozowania granulatu asfaltowego na gorąco. W takim przypadku, oprócz typowych wymagań określonych w wymaganiach technicznych, należy dodatkowo określić odporność na spękania w niskich temperaturach zaprojektowanej mieszanki mineralno-asfaltowej. Zalecenia w tym zakresie podano w Wytycznych [19].

## **9. UWAGI KOŃCOWE DO WYTYCZNYCH I ZALECEŃ DOTYCZĄCYCH RECYKLINGU NA GORĄCO W OTACZARKACH**

- 9.1. Granulat asfaltowy jest materiałem w pełni przydatnym do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych. Technologię produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej z granulem asfaltowym należy dostosować do jego właściwości i planowanej procentowej zawartości w mieszance.
- 9.2. Pozyskiwany destrukcyjny asfaltowy nie jest odpadem. Według definicji Ustawy [20] odpad to „każda substancja lub przedmiot, których posiadacz pozbywa się, zamierza się pozbyć lub do których pozbycia się jest obowiązany”. Destrukcyjny asfaltowy jest pozyskiwany z zamiarem powtórnego wykorzystania w procesie recyklingu. Za odpad może być ewentualnie uznana jedynie znikoma część pozyskanego destrukcyjnego asfaltowego, której właściwości, określone na podstawie badań, nie umożliwiają wykorzystania w recyklingu na gorąco w otaczarkach ani w jakiegokolwiek innej formie w budowie dróg.
- 9.3. W odniesieniu do destrukcyjnego asfaltowego, z którego zostaje otrzymany granulaty asfaltowe do recyklingu na gorąco w otaczarkach, stosuje się pojęcie ponownego użycia – „działania polegającego na wykorzystaniu produktów lub części produktów niebędących odpadami ponownie do tego samego celu, do którego były przeznaczone” [20].
- 9.4. Zaleca się prowadzenie długofalowej i zrównoważonej gospodarki destrukcyjnym asfaltowym i granulem asfaltowym, aby w sposób racjonalny i ekonomicznie uzasadniony stosować ten materiał do poszczególnych mieszanek mineralno-asfaltowych.
- 9.5. W przypadku jeżeli dostępna ilość granulatu asfaltowego, jest mniejsza niż zapotrzebowanie wynikające z założonej wartości wskaźnika zastąpienia lepizcza BR w mieszance mineralno-asfaltowej, zaleca się zredukowanie wartości wskaźnika BR w produkowanej mieszance. W ten sposób zostanie

zużyta całość granulatu asfaltowego, natomiast zapewniona będzie lepsza jednorodność wyprodukowanej mieszanki mineralno-asfaltowej

- 9.6. Wymagania w odniesieniu do składników mieszanki mineralno-asfaltowej, zawierającej granulaty asfaltowe oraz do gotowej mieszanki są identyczne jak w przypadku analogicznej pod względem typu i przeznaczenia mieszanki mineralno-asfaltowej, wykonanej w całości z nowych składników.

## **10. NORMY I LITERATURA ZWIĄZANA**

- [1]. PN-EN 13108-8:2016 „Destrukt asfaltowy”.
- [2]. PN-EN 13108-1:2016 „Mieszanki mineralno-asfaltowe - Wymagania. Część 1: beton asfaltowy”.
- [3]. PN-EN 13108-20:2016 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania. Część 20: Badanie typu.
- [4]. PN-EN 12697-1 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 1: Zawartość lepiszcza rozpuszczalnego”.
- [5]. PN-EN 12697-3 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 3: Odzyskiwanie asfaltu. Wyparka obrotowa”.
- [6]. PN-EN 12697-4 „Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 4: Odzysk asfaltu. Kolumna do destylacji frakcyjnej”.
- [7]. PN-EN 12697-42 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Część 42: Zawartość części obcych w destrukcie asfaltowym”.
- [8]. PN-EN 13043 Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu.
- [9]. PN-EN 932 Badania podstawowych właściwości kruszyw – Metody pobierania próbek
- [10]. PN-EN 1427 „Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczenie temperatury mięknięcia. Metoda Pierścień i Kula”
- [11]. PN-EN 1426 „Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczenie penetracji igłą”
- [12]. A Manual for Design of Hot Mix Asphalt with Commentary, NCHRP Report 673, Transportation Research Board, USA, 2011
- [13]. West R., Willis J. R., Marasteanu M., Improved Mix Design, Evaluation and Materials Management Practices for Hot Mix Asphalt with high Reclaimed Asphalt Pavement Content., NCHRP Report 752, Transportation Research Board, Washington D.C., 2013

- [14]. West R. C., Best Practices for RAP and RAS Management., National Asphalt Pavement Association, Quality Improvement Series 129, December 2015.
- [15]. Recycling of asphalt. Asphalt guidelines., German Asphalt Pavement Association, May 2008 (*English translation August 2011*)
- [16]. Gobert J-B., Gabet T., Milling Operation – Possible Influence on Gradation and Aggregate Properties., Re Road Program “End of life strategies of asphalt pavements”, November 2012
- [17]. Nielsen E. i inni, Processing and Management of Reclaimed Asphalt at the Mixing Plant – Final Report., Re Road Program “End of life strategies of asphalt pavements”, December 2012
- [18]. Zalecenia w zakresie produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych z granulatem asfaltowym w otaczarkach cyklicznych, RID I/6 pt. „Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu” w wyniku realizacji zadania 2 „Recykling na gorąco”, 2018
- [19]. Wytyczne cząstkowe w zakresie wymagań i projektowania mieszanek mineralno-asfaltowych z granulatem asfaltowym produkowanych na gorąco, RID I/6 pt. „Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu” w wyniku realizacji zadania 2 „Recykling na gorąco”, 2018
- [20]. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 o odpadach, Dz. U. 2013 poz. 21