INSTYTUT BADAWCZY DRÓG I MOSTÓW
OŚRODEK BADANIA MOSTÓW, BETONÓW I KRUSZYW,
PRACOWNIA BETONÓW I KRUSZYW
ZAKŁAD TECHNOLOGII NAWIERZCHNI

WARUNKI TECHNICZNE WYKONANIA WARSTW PODBUDOWY Z MIESZANKI KRUSZYWA Z RECYKLINGU BETONOWEGO I DESTRUKTU ASFALTOWEGO WRAZ Z TYPOWYMI ROZWIĄZANIAMI KONSTRUKCYJNYMI

(WT-RMIX)

Wydanie I

Warszawa, październik 2025

Autorzy:
dr inż. Andrzej Duszyński
dr hab. inż. Wojciech Bańkowski, prof. Instytutu
mgr inż. Renata Horodecka

WYDAWCA
INSTYTUT BADAWCZY DRÓG I MOSTÓW
ul. Instytutowa 1, 03-302 Warszawa

S P I S T R E Ś C I

PRZEDMOWA

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot Warunków Technicznych

1.2. Zakres stosowania

1.3. Podstawowe definicje

1.4. Oznaczenia i symbole

2. MATERIAŁY

2.1. Surowiec do produkcji kruszyw z recyklingu betonowego i destruktów asfaltowych

2.2. Kruszywa z kruszyw z recyklingu betonowego i destruktów asfaltowych

2.2.1. Rodzaje kruszyw z recyklingu betonowego i destruktów asfaltowych

2.2.2. Badania identyfikacyjne kruszyw z recyklingu betonowego i destruktów asfaltowych

2.3. Kruszywo doziarniające

2.4. Hydrauliczne spoiwa drogowe

2.5. Dodatki i domieszki

2.6. Woda

3. PROJEKTOWANIE SKŁADU MIESZANKI

3.1. Rodzaj mieszanek

3.2. Typy mieszanek

3.3. Dobór składu mieszanek

3.4. Właściwości użytkowe mieszanek

3.4.1. Uziarnienie mieszanki

3.4.2. Maksymalna zmiana uziarnienia (stabilność uziarnienia)

3.4.3. Wskaźnik nośności (stabilność nośności)

4. KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI

4.1. Podłoże gruntowe i ulepszone podłoże

4.2. Dolne warstwy konstrukcyjne

4.3. Górne warstwy konstrukcyjne

4.4. Stałe materiałowe mieszanek niezwiązanych

4.5. Typowe rozwiązania konstrukcyjne dolnych warstw nawierzchni i warstw ulepszonego podłożaT-4

4.6. Typowe rozwiązania konstrukcyjne górnych warstw nawierzchni

5. SPRZĘT

6. TRANSPORT

7. WYKONANIE ROBÓT - PODBUDOWY LUB ULEPSZONEGO PODŁOŻA NAWIERZCHNI

7.1. Zasady wykonywania robót
7.2. Roboty przygotowawcze
7.3. Przygotowanie podłoża
7.4. Wytwarzanie mieszanki kruszywa
7.5. Odcinek próbny
7.6. Wbudowanie mieszanki
7.7. Zagęszczenie mieszanki
7.8. Utrzymanie wykonanej warstwy

8. WARUNKI I KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

8.1. Badania przed przystąpieniem do robót
8.2. Badania i pomiary w czasie realizacji robót
8.3. Uziarnienie mieszanki niezwiązanej
8.4. Zawartość wody w mieszance niezwiązanej
8.5. Zagęszczenie i nośność podbudowy
8.6. Wymagania dotyczące cech geometrycznych podbudowy
8.7. Dopuszczalne tolerancje dotyczące cech geometrycznych

9. OBMIAR ROBÓT I CENA JEDNOSTKI OBMIAROWEJ

10. ODBIÓR ROBÓT

10.1. Ogólne zasady odbioru robót
10.2. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami

BIBLIOGRAFIA

Normy

Przepisy i inne dokumenty

Procedury Badawcze IBDiM

Załączniki

Załącznik nr 1 Protokół pobrania próbek wg normy PN-EN 932-1:1999
Załącznik nr 2: Aneks do protokołu pobrania próbek wg normy PN-EN 932-1:1999
Załącznik nr 3: Oznaczania środowiskowe i chemiczne dla kruszyw do zastosowania w budownictwie komunikacyjnym
Załącznik nr 4: Przeliczanie wyników badań frakcyjnych kruszyw

PRZEDMOWA

Warunki Techniczne (WT-RMIX) wykonania warstw podbudowy zasadniczej, podbudowy pomocniczej, warstwy mrozoochronnej i ulepszonego podłoża z mieszanki składającej się z kruszywa z recyklingu betonowego i asfaltowego zostały opracowane na podstawie prac prowadzonych w IBDiM na bazie doświadczeń związanych z kruszywami z recyklingu nabytymi przy badaniach tego typu kruszyw i opracowywaniu Krajowych Ocen Technicznych dla zastosowania w budownictwie komunikacyjnym.

Na indywidualne traktowanie kruszyw z recyklingu betonowego i destruktów asfaltowych oraz ich mieszanek wpływają następujące czynniki:

- konieczność dostosowania wymagań dla materiałów wyjściowych wykorzystywanych w wytwarzaniu mieszanek z kruszyw z recyklingu betonowego i destruktu asfaltowego do obecnie stosowanych norm serii PN-EN;
- uwzględnienie w projektowaniu, w jak najszerszym stopniu, procedur i zasad badawczych dostosowanych do kruszyw z recyklingu betonowego i asfaltowego.

Stosowanie mieszanek jest korzystne z uwagi na wzajemne uzupełnianie się składników jakimi są kruszywa z recyklingu betonowego o słabych właściwościach użytkowych i bardzo dobrej nośności szczególnie przy zmodyfikowanej metodzie zagęszczania oraz destrukt asfaltowy o bardzo dobrych właściwościach użytkowych i słabej nośności.

Wymienione czynniki były brane pod uwagę przy opracowywaniu niniejszych WT-RMIX pod względem projektowania i wbudowania mieszanek z kruszyw z recyklingu betonowego i destruktu asfaltowego. Zgodnie z katalogiem KTKNPiP, w przypadku stosowania nowych lub materiałów tradycyjnych, zmodyfikowanych w takim zakresie, że ich cechy znacząco różnią się od przyjętych i opisanych w tym katalogu lub stosowany jest materiał z recyklingu w większym zakresie niż dopuszczają to Wymagania Krajowe, wtedy dopuszcza się indywidualne projektowanie konstrukcji nawierzchni. Kierując się tymi warunkami w niniejszym dokumencie przedstawiono typowe rozwiązania w zakresie górnych i dolnych warstw konstrukcyjnych nawierzchni podatnych z wykorzystaniem warstw z mieszanek niezwiązanych z kruszywa z recyklingu betonowego i destruktu asfaltowego. Podstawą były obliczenia mechanistyczne z zastosowań metodyki tożsamej z zastosowaną w katalogu KTKNPiP.

Wykorzystanie kruszyw z recyklingu betonowego i destruktów asfaltowych w konstrukcji nawierzchni jest działaniem związanym z recyklingiem i wpisuje się w zasady gospodarki w obiegu zamkniętym. Decyzja o wykorzystaniu tych kruszyw z recyklingu powinna być podjęta zarówno na podstawie analizy technicznej i ekonomicznej, z uwzględnieniem optymalnego zastosowania tych materiałów.

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot Warunków Technicznych

Przedmiotem WT RMIX są wymagania i badania mieszanki materiałów pochodzących z recyklingu, tj. kruszywa z recyklingu (gruzu) betonowego oraz destruktu asfaltowego do powtórnego wykorzystania w warstwach podbudowy zasadniczej, podbudowy pomocniczej, mrozoochronnej lub ulepszonego podłoża w technologii stabilizacji mechanicznej mieszanki niezwiązanej.

1.2. Zakres stosowania

WT RMIX służą do projektowania i odbioru mieszanek niezwiązanych do warstw podbudów wraz z ulepszonym podłożem nawierzchni, wytworzonych przynajmniej w mieszarce wyposażonej w urządzenia dozujące wodę, które powinno zapewnić mieszankę jednorodną o wilgotności optymalnej. W oparciu o niniejsze WT-RMIX wykonuje się podbudowy oraz ulepszone podłoże dla nawierzchni obciążonych ruchem KR0÷KR4. Kategoria KR0 jest nową kategorią wprowadzoną do klasyfikacji nawierzchni dla ruchu bardzo lekkiego wg WR-D-63 (Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu) [6]. Obejmuje drogi o obciążeniu do 30 tys. osi 100 kN w okresie 20-letnim.

1.3. Podstawowe definicje

Dokument odniesienia – norma PN albo Krajowa Ocena Techniczna (KOT).

Krajowa Ocena Techniczna (KOT) jest to udokumentowana, pozytywna ocena właściwości użytkowych tych zasadniczych charakterystyk wyrobu budowlanego, które zgodnie z zamierzonym zastosowaniem mają wpływ na spełnienie podstawowych wymagań, przez obiekty budowlane, w których wyrób będzie zastosowany.

Surowiec z recyklingu – materiał przydatny do wyprodukowania kruszywa z recyklingu betonowego lub destruktu asfaltowego jako wyrobu budowlanego. Surowiec do produkcji kruszywa z recyklingu betonowego lub destruktu asfaltowego jest określony miejscem pozyskania lub składowania i stanem udokumentowania pod względem możliwości produkcji określonych kruszyw.

Surowiec z recyklingu asfaltowego – materiał pochodzący z frezowania istniejących warstw z mieszanek mineralno-asfaltowych (MMA) lub z przekruszenia kawałków warstw nawierzchni asfaltowych oraz niewbudowanych partii MMA, który został ujednorodniony pod względem składu wraz z odrzuceniem dużych kawałków MMA.

Surowiec z recyklingu betonowego – materiał mineralno-cementowy powstały w wyniku kruszenia betonu cementowego: warstw nawierzchni betonowych lub betonowych elementów konstrukcji budowlanych lub gruzu betonowego.

Kruszywo z recyklingu betonowego – surowiec z recyklingu betonowego o udziale co najmniej 90% składników betonowych, o określonym uziarnieniu i o udokumentowanej jakości wg dokumentu odniesienia.

Kruszywo z gruzu budowlanego – surowiec z recyklingu betonowego o określonym udziale składników betonowych z przekruszenia elementów konstrukcji budowlanych o określonym uziarnieniu i o udokumentowanej jakości wg dokumentu odniesienia.

Destrukt asfaltowy – surowiec z recyklingu asfaltowego o określonym uziarnieniu i o udokumentowanej jakości wg dokumentu odniesienia.

Kruszywo z recyklingu betonowego lub asfaltowego, **kruszywo z recyklingu** – kruszywo z recyklingu betonowego, kruszywo z gruzu budowlanego lub destrukt asfaltowy.

Kruszywo doziarniające – kruszywo o określonym uziarnieniu i o udokumentowanej jakości wg dokumentu odniesienia, umożliwiające korektę uziarnienia kruszywa z recyklingu i zaprojektowanie krzywej uziarnienia mieszanki, spełniającej warunki pola dobrego uziarnienia wg określonych wymagań.

Hydrauliczne spoiwo - hydrauliczne spoiwo mineralne obejmujące cementy powszechnego użytku oraz hydrauliczne spoiwa drogowe otrzymywane w cementowniach lub zakładach cementowych.

Mieszanka niezwiązana z recyklingu (*nazywana dalej* **mieszanką niezwiązaną z recyklingu**) – ziarnisty materiał, o określonym składzie ziarnowym (od d=0 do D), składająca się z kruszyw z recyklingu betonowego lub asfaltowego, w określonych proporcjach lub stosowanych samodzielnie, w zależności od potrzeb z kruszywem doziarniającym wytworzona w wytwórni stacjonarnej, w mieszarce na miejscu budowy lub w warunkach laboratoryjnych, która może być stosowana do wykonania warstw podbudowy lub ulepszonego podłoża nawierzchni.
Mieszanka ulepszona z recyklingu (*nazywana dalej* **mieszanką ulepszoną z recyklingu**) – ziarnisty materiał, o określonym składzie ziarnowym (od d=0 do D), składająca się z mieszanki niezwiązanej z recyklingu i hydraulicznego spoiwa drogowego w ilości do 2%, spełniającego rolę aktywatora, wytworzona w wytwórni stacjonarnej, w mieszarce na miejscu budowy lub w warunkach laboratoryjnych, która może być stosowana do wykonania warstw podbudowy lub ulepszonego podłoża nawierzchni.
Inne podstawowe definicje zawierają Wymagania Techniczne WT-4 oraz KTKNPiP.

1.4. Oznaczenia i symbole

Oznaczenia i symbole:

- 15WWA - Wielopierścieniowe Węglowodory Aromatyczne (15 najbardziej szkodliwych związków)
- A - zawartość asfaltu w destrukcie asfaltowym
- WM - warstwy mrozoochronne ulepszonego podłoża
- WUP - warstwy ulepszonego podłoża
- CBR_a - średni kalifornijski wskaźnik nośności po 4 i 7 dobach nasączania z obciążeniem
- D - górny wymiar kruszywa po 5-krotnym zagęszczeniu metodą Proctora
- D_n - górny wymiar kruszywa w stanie naturalnym przed zagęszczeniem
- E - moduł sprężystości
- E_1 - pierwotny moduł odkształcenia
- E_2 - wtórny moduł odkształcenia
- F - mrozoodporność kruszywa
- f_i - uziarnienie na sicie i
- F_{NaCl} - mrozoodporność kruszywa w obecności soli
- FRCA - drobne kruszywa z recyklingu (Fine Recycled Aggregate)
- G_i - grupa nośności podłoża i = {1, 2, 3, 4}
- KR_i - kategoria ruchu i, gdzie i = {1, 2, 3, 4}
- LA - odporność kruszywa na rozdrabnianie w bębnie Los Angeles
- p_i - udział na sicie i
- PP - podbudowa pomocnicza
- PZ - Podbudowa zasadnicza
- RCA - kruszywo z recyklingu betonowego (Recycled Concrete Aggregate)
- RA - kruszywo z recyklingu (Recycled Aggregate)
- RCC - rozkruszony beton z recyklingu (Recycled Crushed Concrete)
- RAP - kruszywo z recyklingu nawierzchni (Reclaimed Asphalt Pavement)
- RCP - destrukt asfaltowy (Reclaimed Concrete Pavement)
- RCM - materiał z recyklingu betonowego (Recycled Concrete Material)
- Q_k - wartość k-tego zanieczyszczenia w wyciągu wodnym

SI - kształt ziarn kruszywa
s_{ij} - udziały składnika j na sicie i
S_O - obecność smoły w destrukcie asfaltowym, O={T-tak, N-nie}. N odnosi się również do mieszanek niezwiązanych ulepszonych lub stabilizowanych hydraulicznymi spoiwami drogowymi.
UF - maksymalna zawartość cząstek przechodzących przez sito 0,063 mm
w_{opt} - wilgotność optymalna
Z - podbudowa zasadnicza
Z_{max} - maksymalna zmiana uziarnienia po 5-krotnym zagęszczeniu metodą Proctora (stabilność uziarnienia)
ν - współczynniki Poissona

Skróty:

MMA - mieszanka mineralno-asfaltowa
Nadzór - Inżynier/Inspektor Nadzoru/Zamawiający

2. MATERIAŁY

2.1. Surowiec do produkcji kruszyw

Nie podaje się wymagań ani zaleceń technicznych wobec obiektów budowlanych czy surowców z recyklingu do produkcji kruszyw z recyklingu betonowego lub asfaltowego. Jako nadrzędne są właściwości użytkowe zasadniczych charakterystyk lub wymagania w dokumencie odniesienia lub w tych WT-RMIX dla mieszanki niezwiązanej z recyklingu. Wytyczne WT RMIX nie dotyczą odpadów.

2.2. Kruszywa

2.2.1. Rodzaje kruszyw

W celu określenia jakości kruszywa z recyklingu betonowego lub destruktu asfaltowego należy wykonać badanie uziarnienia i oznaczyć:
- w stanie naturalnym ($0/D_n$) – dla kontroli dostawy,
- po 5-krotnym zagęszczeniu metodą Proctora oznaczone (0/D) – dla kontroli stanu uziarnienia.

Kruszywa z recyklingu betonowego lub asfaltowego zgodnie z WT-4 należy klasyfikować pod względem uziarnienia po 5-krotnym zagęszczeniu metodą Proctora.
Zgodnie z przeznaczeniem mogą być stosowane następujące rodzaje kruszywa z recyklingu względem uziarnieniu po 5-krotnym zagęszczeniu metodą Proctora oznaczone jako $0/D$:
- do warstwy ulepszonego podłoża i warstwy mrozoochronnej: 0/8; 0/11,2; 0/16; 0/22,4; 0/31,5; 0/45; 0/63,
- do warstwy podbudowy pomocniczej: (0/22,4); 0/31,5; 0/45; 0/63,
- do warstwy podbudowy zasadniczej: (0/22,4); 0/31,5; 0/45; 0/63.

Oznaczenie (0/22,4) – tylko dla mieszanek charakteryzujących się właściwościami wiążącymi i zawierających w swoim składzie kruszywo z recyklingu betonowego.

2.2.2. Badania identyfikacyjne kruszyw

Rodzaj badań dotyczących identyfikacji kruszyw z recyklingu betonowego lub destruktu asfaltowego do produkcji mieszanek niezwiązanych zamieszczono w Tabl. 1. W badaniach identyfikacyjnych nie podaje się wymagań szczegółowych dla kruszyw z recyklingu z uwagi na miarodajne znaczenie wymagań dla tych kruszyw, które dotyczą ich mieszanek wg punktu 3. Do mieszanek niezwiązanych z recyklingu mogą być stosowane jako składniki kruszywa z recyklingu betonowego i destruktu asfaltowego wg PN-EN 13242+A1 lub Krajowych Ocen Technicznych obejmujących zakres badań w Tabl. 1.

Obecność smoły jest badana na podstawie oceny wizualnej przy wykorzystaniu preparatu opracowanego do wykrywania WWA (np. Pak-Marker firmy Interlab) oraz lampy ultrafioletowej zgodnie z Procedurą Badania zamieszczoną Załączniku nr 9.4.3/RID. Badaniem wskaźnikowym jest badanie WWA.

W zależności od rodzaju i pochodzenia kruszywa z recyklingu składniki podstawowe stanowią:

- składniki betonowe - dla kruszywa z destruktu betonowego to destrukt betonowy z przekruszenia betonowych nawierzchni drogowych lub betonowych elementów konstrukcji budowlanych albo gruz betonowy z przekruszenia elementów konstrukcji budowlanych,
- składniki MMA - dla kruszywa z destruktu asfaltowego.

W kruszywie z recyklingu betonowego mogą znajdować ziarna mogące zawierać do 15 % takich składników jak: a – destrukt asfaltowy, m - murowy, b-m - betonowo-murowy, g - naturalne: żwir, kruszywo. Składniki organiczne nie wchodzą w zakres tych kruszyw i mogą wynikać ze składowania lub transportu stanowiąc zanieczyszczenia.

Wartości zanieczyszczeń w wyciągu wodnym dzieli się na:

- nieorganiczne: chlorki, siarczany (VI), sód, potas,
- nieorganiczne niebezpieczne: cynk, kadm, miedź, nikiel, ołów, chrom ogólny,
- inne: siarczki, cyjanki wolne,
- odczyn,
- dodatkowe: antymon, arsen, bar, cyna, kobalt, molibden, żelazo, rtęć w tym inne specyficzne dla danego destruktu nie ujęte powyżej.

Zawartość WWA(15) obejmuje 15 najbardziej szkodliwych związków Wielopierścieniowych Węglowodorów Aromatycznych:

naftalen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzo(a)antracen, chryzen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren, dibenzo(a,h)antracen, benzo(g,h,i) perylen, indeno(1,2,3-cd)piren).

Badanie mrozoodporności w soli dotyczy zastosowania kruszywa do warstw powierzchniowych i przypowierzchniowych, na których będzie prowadzone zimowe utrzymanie przy wykorzystaniu środków odladzających, tj. na pobocza i do nawierzchni twardej nieulepszonej.

Producent kruszywa do podbudów powinien posiadać certyfikowany system Zakładowej Kontroli Produkcji (2+), natomiast do ulepszonego podłoża (4).

Tablica 1. **Identyfikacja kruszyw z destruktów do produkcji mieszanek niezwiązanych**

Właściwości	Ozn.	Oznaczenie badania dla kruszywa z recyklingu		Jedn.	Metody oceny lub badań
		betonowego	**asfaltowego**		
Pochodzenie	-	nawierzchnia drogowa, element konstrukcji budowlanej	rodzaj MMA lub warstwy	-	na podstawie wywiadu lub protokółu pobrania próbek (Załącznik nr 1 i 2)
Zawartość asfaltu	A	-	deklarowana	%	PN-EN 13108-8
Obecność smoły*)	S_O	-	deklarowana	-	Załącznik nr 9.4.3/RID, p. 4
Uziarnienie (zestaw sit # - zestaw podst. plus zestaw 1)	f di)	deklarowane		%	PN-EN 933-1
Udziały składników podstawowych:	s_{ij}	-		%	PN-EN 933-1 ; WT-RMIX, p. 3.4.1
- destruktu betonowego	s_{ib}	≥ 85	deklarowana	%	
- destruktu asfaltowego	s_{ia}	deklarowana	≥ 90		
Gęstość i nasiąkliwość		-		-	PN-EN 1097-6
- gęstość objętościowa ziarn	ρ_a	deklarowana		Mg/m^3	
- gęstość ziarn wysuszonych w suszarce	ρ_{rd}	deklarowana		Mg/m^3	
- gęstość ziarn nasyconych i powierzchniowo osusz.	P_{ssd}	deklarowana		Mg/m^3	
- nasiąkliwość	WA_{24}	WA_{24} deklarowane		%	
Kształt	SI	$SI_{\text{deklarowane}}$		%	PN-EN 933-4
Odporność na rozdrabnianie	LA	$LA_{\text{deklarowane}}$		%	PN-EN 1097-2
Mrozoodporność	F	$F_{\text{deklarowane}}$		%	PN-EN 1367-1
Mrozoodporność w soli	F_{NaCl}	$F_{NaCl\text{deklarowane}}$		%	PN-EN 1367-6
Wartości zanieczyszczeń w wyciągu wodnym	Q_k	$Q_k$deklarowana		mg/dm^3	P. B. IBDiM Nr IBDiM-TW-2-110:2019; PN-EN 12457-4
- zawartość WWA(15)	∑15WWA	*WWA* deklarowana		$\mu g/dm^3$	PN-EN ISO 17993
*) W przypadku obecności smoły o wartości S_T w mieszance wg punktu 3 należy sprawdzić właściwości wiążące lub przewidzieć co najmniej 2% dodatek cementu.					

2.3. Kruszywo doziarniające

Kruszywo doziarniające do mieszanki niezwiązanej powinno spełniać wymagania normy PN-EN 13242+A1 „Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym”. Producent kruszywa do podbudów powinien posiadać certyfikowany system Zakładowej Kontroli Produkcji (2+), natomiast do ulepszonego podłoża (4). Dopuszczone jest stosowanie kruszywa drobnego, kruszywa grubego oraz kruszywa o ciągłym uziarnieniu. Wymagania dla kruszyw podano w Tabl. 2.

Tabela 2. **Wymagania dla kruszywa doziarniającego wg PN-EN 13242+A1**

Właściwości	Wymagania w zależności od kategorii ruchu	
	KR 0÷2	KR 3÷4
Uziarnienie kruszywa oznaczone według PN-EN 933-1, kategoria nie niższa niż: (Zestaw sit # - zestaw podstawowy plus zestaw 1)	$G_C80/20$ G_F80 G_A 75	
	Wszystkie frakcje dozwolone	
Tolerancja uziarnienia kruszywa grubego, wymagana kategoria:	$GT_C25/15$	
Tolerancje uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu, odchylenie nie większe niż według kategorii:	GT_F10, GT_A20	
Zawartość pyłów wg PN-EN 933-1: − w kruszywie grubym, − w kruszywie drobnym, − w kruszywie o ciągłym uziarnieniu	$f_{Deklarowane}$	f_4 f_8 f_{10}
Kształt kruszywa grubego wg PN-EN 933-3 lub PN-EN 933-4, kat. nie wyższa niż:	FI_{50} SI_{55}	FI_{35} SI_{40}
Procentowa zawartość powierzchni przekruszonej lub łamanej oraz całkowicie zaokrąglonej w kruszywie grubym wg PN-EN 933-5, kategoria nie niższa niż:	$C_{50/30}$	$C_{50/10}$
Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-2, kategoria nie wyższa niż:	LA_{50}	LA_{40}
Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6, rozdział 7, 8 lub 9 (w zależności od frakcji):	WA_{24} 2*)	
Siarczany rozpuszczalne w wodzie wg PN-EN 1744-1	$SS_{Deklarowana}$	
Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	$S_{Deklarowana}$	
Stała objętość żużla stalowniczego według PN-EN 1744-1:1998, rozdział 19.3	V_5	
Rozpad krzemianowy z żużlu wielkopiecowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, rozdział 19.1	Brak rozpadu	
Rozpad żelazawy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, rozdział 19.2	Brak rozpadu	
Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1367-3 i wg PN-EN 1097-2	$SB_{LA\ Deklarowana}$	
Mrozoodporność na frakcji kruszywa 8/16 wg PN-EN 1367-1**)	Skały magmowe i przeobraż.F_4, Skały osadowe $F_{Deklarowane}$, nie więcej niż 10%	
*) w przypadku, gdy wymaganie nie jest spełnione należy sprawdzić mrozoodporność, **) wymagane w przypadku, gdy wymaganie nasiąkliwości nie jest spełnione		

2.4. Hydrauliczne spoiwo

Należy stosować następujące hydrauliczne spoiwa:

CEM - cement portlandzki klasy 32,5 lub 42,5 spełniający wymagania normy PN-EN 197-1,

HSD - hydrauliczne spoiwa drogowe wg Krajowych Ocen Technicznych IBDiM i wg PN-EN 13282-1, PN-EN 13282-2 i PN-EN 13282-3.

Hydrauliczne spoiwo jest przeznaczone jako dodatek do regulowania lub aktywowania właściwości wiążących kruszywa z destruktu betonowego lub mieszanki destruktów betonowego i asfaltowego oraz do poprawy nośności mieszanki niezwiązanej.

Stosowanie hydraulicznych spoiw określonych powyżej i innych hydraulicznych spoiw jest dopuszczone, o ile ich korzystne działanie zostało potwierdzone na etapie wykonywania recepty laboratoryjnej oraz potwierdzone w trakcie wykonywania odcinka próbnego. Przechowywanie hydraulicznych spoiw według BN-88/6731-08. W przypadku, gdy czas przechowywania hydraulicznego spoiwa drogowego jest dłuższy od wskazanego w dokumencie odniesienia, można go stosować tylko wtedy, gdy badania laboratoryjne wg dokumentu odniesienia wykażą jego przydatność do określonych robót.

2.5. Dodatki i domieszki

W zależności od potrzeb można stosować następujące dodatki i domieszki:

- chlorek wapniowy wg PN-C-84127,
- inne dodatki o sprawdzonym działaniu, posiadające Krajową Ocenę Techniczną wydaną przez IBDiM do stosowania do mieszanek związanych hydraulicznie,
- domieszki zgodne z PN-EN 934-2+A1.

Jeśli w mieszance mają być zastosowane środki przyśpieszające lub opóźniające wiązanie, należy to uwzględnić przy projektowaniu składu mieszanki niezwiązanej.

2.6. Woda

Woda powinna odpowiadać wymaganiom PN-EN 1008:2004 lub PN-B-32250. Bez badań laboratoryjnych można stosować wodociągową wodę pitną. Gdy woda pochodzi z wątpliwych źródeł nie może być użyta do momentu jej przebadania, zgodnie z wyżej podaną normą lub do momentu porównania wyników wytrzymałości na ściskanie próbek kruszywowo-cementowych wykonanych z wodą wątpliwą i z wodą wodociągową. Brak różnic potwierdza przydatność wody do stabilizacji kruszywa cementem.

3. PROJEKTOWANIE SKŁADU MIESZANKI

3.1. Rodzaj mieszanek

Zgodnie z przeznaczeniem oraz posiadanymi rodzajami kruszyw z destruktów mogą być stosowane następujące kruszywa z destruktów lub mieszanki oznaczone jako 0/D:

- do warstwy ulepszonego podłoża: 0/8; 0/11,2; 0/16; 0/22,4; 0/31,5; 0/45; 0/63,
- do warstwy podbudowy pomocniczej: 0/22,4; 0/31,5; 0/45; 0/63,
- do warstwy podbudowy zasadniczej: 0/22,4; 0/31,5; 0/45; 0/63.

3.2. Typy mieszanek

Typ kruszywa z destruktów lub mieszanek wyznacza ich zamierzone zastosowanie, ale też zasadnicze charakterystyki i właściwości użytkowe. Określając zamierzone zastosowanie przyjęto następujące typy mieszanek:

typ WM: do ulepszonego podłoża – warstwy mrozoochronne,
typ WUP: do ulepszonego podłoża – warstwy wzmacniające,
typ PP: do podbudów pomocniczych,
typ PZ: do podbudów zasadniczych.

3.3. Dobór składu mieszanek

Dla wykonanych badań identyfikacyjnych kruszyw z destruktów wg zakresu w punkcie 2. należy tak dobrać mieszanki tych destruktów dla określonych w punkcie 3.3. typów mieszanek, aby spełnione były właściwości użytkowe zamieszczone w Tabl. 4.

W celu wykorzystania właściwości wiążących kruszyw z destruktu betonowego zaleca się sprawdzenie właściwości wiążących zarówno przy zagęszczaniu metodą Proctora i zmodyfikowaną metodą Proctora w odniesieniu do wskaźnika nośności przynajmniej po 4 i 7 dobach nasączania z obciążeniem.

3.4. Właściwości użytkowe mieszanek

Właściwości użytkowe mieszanki należy sprawdzić pod względem zastosowania określonego przez typ mieszanki w odniesieniu do uziarnienia wg granicznych krzywych uziarnienia wyznaczających pole dobrego uziarnienia wg Tabl. 3, na Rys. 1 lub Rys. 2 oraz pozostałych właściwości użytkowych ujętych w Tabl. 4.

3.4.1. Uziarnienie mieszanki

Uziarnienie mieszanki należy badać na sitach podstawowych plus zestaw 1 według PN-EN 13242+A1 i wtedy oznaczenie wymiaru sita z przyjętego zbioru sit określa zapis:

$$d_i \in \{0{,}063;\ 0{,}125;\ 0{,}25;\ 0{,}5;\ 1;\ 2;\ 4;\ 5{,}6;\ 8;\ 11{,}2;\ 16;\ 22{,}4;\ 31{,}5;\ 45;\ 63;\ 90;\ 125\}$$

W przypadku nadziarna co najwyżej 15% lub badań kontrolnych, wielkość próbki do badań może być przyjęta wg PN-EN 933-1 na podstawie górnego wymiaru kruszywa D_n.

Uziarnienie $f(d_i)$ mieszanki należy oznaczać metodą na sucho. Na tej samej próbce po wymieszaniu części wydzielonych na poszczególnych sitach oraz pyłów należy oznaczyć metodą na sucho uziarnienie po 5-krotnym zagęszczeniu metodą Proctora wg PN-EN 13286-2 i oznaczyć $f_5(d_i)$. Do oceny zbadanego uziarnienia $f_5(d_i)$ należy dobrać górny wymiar D uziarnienia kruszywa oraz obliczyć względne wymiary sit $\xi_i = d_i/D$. Następnie w zależności od zastosowana należy wyznaczyć pole dobrego uziarnienia wyznaczone przez sita oznaczone jako 2D, D, A, B, C, E, F i G wg PN-EN 13285:2018 w tab. 5 lub wg WT-4 lub wg poniższej Tabl. 3.

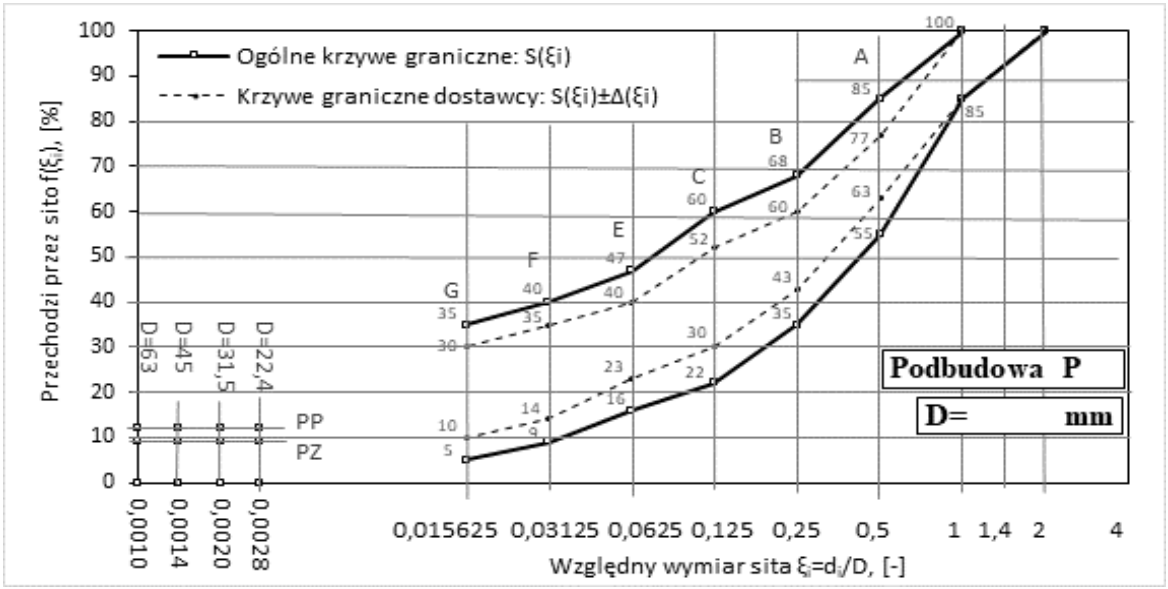
Tablica 3. **Względne wymiary sit ξ_i do oceny uziarnienia**

Oznaczenie sita	i	Względne wymiary sit mających zastosowanie przy ocenie uziarnienia				
		dla podbudowy PP i PZ			dla ulepszonego podłoża WUP	
-	-	$\xi_i = d_i/D$	$S(\xi_i) \pm \Delta(\xi)$	$S(\xi_i)$	$\xi_i = d_i/D$	$P(\xi_i)$
2D	1	2	100	100	2	100
D	2	1	85-100	85-100	1	85-100
A	3	0,5	63-77	55-85	0,5	47-87
B	4	0,25	43-60	35-68	-	-
C	5	0,125	30-52	22-60	-	-
E	6	0,0625	23-40	16-47	0,0625	15-75
F	7	0,03125	14-35	9-40	-	-
G	8	0,015625	10-30	5-35	-	-
$\xi_i(pyły)$	9	0,063 mm/D	0-12 (PP) 0-9 (PZ)	0-12 (PP) 0-9 (PZ)	0,063 mm/D	0-15

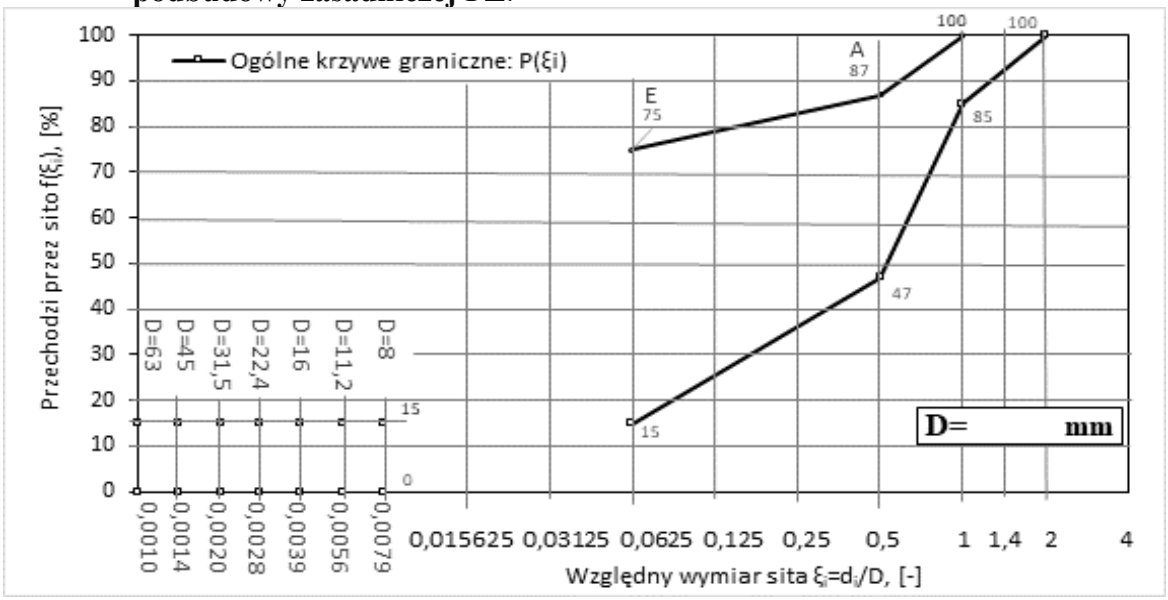
Uwagi:

1) W przypadku wartości względnego wymiaru sit ξ_i mniejszej od wartości $\xi_i(pyły) = 0{,}063\ mm\ /D$ należy odrzucić takie wartości.
2) Wartości uziarnienia $f(\xi_i)$ i $f_5(\xi_i)$ można aproksymować w przypadku wartości względnego wymiaru sita pośredniego między sitami zastosowanymi do badania uziarnienia.

Uzyskane wyniki badań obu uziarnień $f(\xi_i)$ i $f_5(\xi_i)$ w zależności od zamierzonego zastosowania mieszanki należy przedstawić na wykresie dla podbudów na Rys. 1 lub dla ulepszonego podłoża na Rys. 2, dla danego wymiaru kruszywa D ustalonego dla uziarnienia $f_5(\xi_i)$. Jako miarodajne uziarnienie należy przyjąć uziarnienie mieszanki po 5-krotnym zagęszczeniu metodą Proctora wg PN-EN 13286-2:2010. W przypadku oceny mieszanki uznaje się ją jako właściwą, jeżeli mieści się ono w polu dobrego uziarnienia wg Tabl. 3 dla mieszanki niezwiązanej do podbudowy (Rys. 1) wyznaczonego przez krzywe $S(\xi_i) \pm \Delta(\xi)$ lub dla mieszanki niezwiązanej do ulepszonego podłoża (Rys.2) wyznaczonego przez krzywe $P(\xi_i)$.



Rys. 1. **Graniczne krzywe uziarnienia mieszanki niezwiązanej GB wg PN-EN 13285:2018 dla D={22,4; 31,5; 45; 63}mm do podbudowy pomocniczej PP i podbudowy zasadniczej PZ**.



Rys. 2. **Graniczne krzywe uziarnienia mieszanki niezwiązanej Gv wg PN-EN 13285:2018 dla D={8; 11,2; 16; 22,4; 31,5; 45; 63}mm do ulepszonego podłoża**

3.4.2. Maksymalna zmiana uziarnienia (stabilność uziarnienia)

Maksymalną zmianę uziarnienia po 5-krotnym zagęszczeniu metodą Proctora wg PN-EN 13286-2 względem uziarnienia bez zagęszczania definiuje się jako maksymalną różnicę wyznaczoną z wartości uziarnienia na każdym sicie przed $f(\xi_i)$ i po zagęszczeniu $f_5(\xi_i)$.

3.4.3. Wskaźnik nośności

Wskaźnik nośności wg PN-EN 13286-47 może być określony przy zagęszczeniu metodą Proctora lub zmodyfikowaną met. Proctora wg PN-EN 13286-2+A1 oraz wg PN-EN 1097-6.

Jako gwarantowany wskaźnik nośności $w_{noś}$ należy przyjąć średnią z badań wskaźników nośności z obciążeniem po 4 w_4 i po 7 w_7 dobach nasączania lub jako średnią z wskaźników nośności po 4, 7 i więcej dobach nasączania. Jeżeli iloraz zbadanych wskaźników nośności $ww = CBR_a/CBR_4 \geq 1{,}2$, to można przyjąć, że mieszanka posiada właściwości wiążące.

Tablica 4. **Właściwości użytkowe dla typów mieszanek niezwiązanych**

Zasadnicze charakterystyki wyrobu budowlanego dla zamierzonego zastosowania lub zastosowań		**Jedn.**	**Właściwości użytkowe wyrażone w poziomach, klasach lub w sposób opisowy dla oznaczonego typu wyrobu budowlanego**			
			WUP	**WM**	**PP**	**PZ**
Maksymalna zmiana uziarnienia (stabilność uziarnienia) wg PN-EN 933-1, co najwyżej	Z_{max}	%	45 (55[1)])		25 (35[1)])	15 (25[1)])
Uziarnienie po 5-krotnym zagęszczeniu metodą Proctora wg PN-EN 933-1: - górny wymiar sita	D_{5x}	-	8÷63		22,4÷ 63	22,4÷ 63
- krzywa uziarnienia $f_5(d_i)$ powinna mieścić się w polu wyznaczonym przez :		%	- krzywe ogólne uziarnienia $P(d_i)$ (Rys. 1)		- krzywe uziarnienia do deklaracji przez dostawcę z tolerancją $\pm\Delta_i$ (Rys.2) [2)]	
Zawartość składników podstawowych wg WT-RMIX, p. 3.4.1, co najmniej	s_{ij}	%	90			95
Zawart. wody wg PN-EN 1097-5, nie wyższa niż:	w_n	%	w_{opt}			
Stabilność nośności (po zagęszcz. metodą Proctora wg PN-EN 13286-2:2010) wg PN-EN 13286-47:						
- natychmiastowy wskaźnik nośności (bez obciążenia), co najmniej	CBR_0	%	20	20	30	40
- gwarantowany kalifornijski wskaźnik nośności z obciążeniem po nasączaniu, co najmniej	CBR_a	%	40	35	60	80
Stabilność nośności (po zagęszczeniu zmodyfikowaną metodą Proctora wg PN-EN 13286-2:2010) wg PN-EN 13286-47:						
- natychmiastowy wskaźnik nośności (bez obciążenia), co najmniej	$CBRz_0$	%	40			
- gwarantowany kalifornijski wskaźnik nośności z obciążeniem po nasączaniu, co najmniej	$CBRz_a$	%	60	50	120	160
Kształt kruszywa grubego wg PN-EN 933-4, kategoria nie wyższa niż:	SI	%	SI_{55}			
Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-2, kategoria nie wyższa niż:	LA	%	LA_{55}		LA_{50}	LA_{40}
Mrozoodporność wg PN-EN 1367-1, kategoria nie wyższa niż:	F	%	F_{10}; F_{25} [1)]			$F_{4;}$ F_{15} [1)]
Mrozoodporność w soli wg PN-EN 1367-6, [3)] kategoria nie wyższa niż:	F_{NaCl}	%	-	-	-	$F_{NaCl\ 30}$
Wartości podst. zanieczyszczeń w wyciągu wodnym wg P.B. IBDiM TW-2-110:2019, co najwyżej [4)]:						
A) Nieorganicznych:	chlorki siarczany i chlorki sód potas	*mg/dm³*	1000,0 1500,0 800,0 100,0			
B) Nieorganicznych niebezpiecznych	cynk kadm miedź nikiel ołów chrom ogólny cyjanki wolne siarczki	*mg/dm³*	2,0 0,2 0,5 0,5 0,5 0,5 0,1 0,2			
C) Innych:	odczyn pH	-	6,0 ÷ 13,0			
D) Dodatkowe		-	4)			
- zawartość WWA wg PN-EN ISO 17993	∑15WWA	*µg/dm³*	25			
Obecność smoły wg RID/6, zał.9.4.3, p. 4	S_O	-	S_N			

1) Gdy kruszywo posiada właściwości wiążące, tzn. gdy wykazuje wzrost wskaźnika nośności po nasączaniu względem wskaźnika nośności po 4 dobach nasączania, to posiada właściwości ulepszające nośność lub pucolanowe lub po ulepszeniu cementem lub hydraulicznym spoiwem drogowym.
2) W przypadku f(di)>S(di) lub f(di)<S(di) obowiązuje uwaga wg PN-EN 13285, załącznik A, punkt A.5.
3) Dotyczy zastosowania mieszanki do warstwy podbudowy zasadniczej na pobocza, na których będzie prowadzone zimowe utrzymanie przy wykorzystani środków odladzających.
4) Przygotowanie wyciągu wodnego wg P. B. IBDiM Nr IBDiM-TW-2-110:2019 i wg PN-EN 12457-4 oraz metodami badań wg P. B. IBDiM Nr IBDiM-TW-2-110:2019. W przypadku innych cech środowiskowych należy je określić w ZKP, i badać oraz klasyfikować wg wartości dopuszczalnych w odrębnych przepisach. Należy pominąć w badaniach te zanieczyszczenia., których wartości są 2-krotnie mniejsze od wymagań (i odnotować w ZKP), poza odczynem pH.

*) W przypadku wykonanych badań identyfikacyjnych kruszyw z destruktu asfaltowego lub kruszyw z recyklingu betonowego jako składników mieszanki wyniki dla mieszanek mogą pochodzić z obliczeń wyników dla składników wg procedury przeliczania wyników badań frakcyjnych kruszyw (Załącznik nr 4).

4. KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI

W procesie projektowania konstrukcji nawierzchni podatnych z warstwami niezwiązanymi z destruktu betonowego i asfaltowego należy stosować procedurę projektowania i zasady opisane szczegółowo w katalogu KTKNPiP z uwzględnieniem szczegółowych zaleceń i przyjmując rozwiązania konstrukcyjne podane tym rozdziale umożliwiające wykorzystanie materiałów z recyklingu warstw asfaltowych i betonu cementowego. Na Rys. 3 przedstawiono schemat konstrukcji nawierzchni podatnej z podziałem na poszczególne warstwy.

<table>
<tr><td rowspan="5">Konstrukcja nawierzchni</td><td rowspan="3">warstwa górna</td><td colspan="2">warstwa ścieralna</td></tr>
<tr><td colspan="2">warstwa wiążąca</td></tr>
<tr><td rowspan="2">podbudowa zasadnicza</td><td>warstwa górna</td></tr>
<tr><td rowspan="2">warstwa dolna</td><td>warstwa dolna</td></tr>
<tr><td colspan="2">podbudowa pomocnicza</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Podłoże gruntowe</td><td colspan="3">warstwa mrozoochronna</td></tr>
<tr><td colspan="3">warstwa ulepszonego podłoża</td></tr>
<tr><td colspan="3">grunt rodzimy w wykopie lub grunt nasypowy o nośności zakwalifikowanej od G1 do G4</td></tr>
</table>

Rys. 3. **Schemat konstrukcji nawierzchni podatnej wg katalogu KTKNPiP**

W niniejszym rozdziale przedstawiono założenia ogólne w zakresie konstrukcji nawierzchni oraz przedstawiono typowe rozwiązania konstrukcyjne z zastosowaniem warstw z mieszanek destruktów. Wybór poniższych rozwiązań konstrukcyjnych zapewni spełnienia warunków w zakresie nośności konstrukcji i trwałości w odniesieniu do wybranej kategorii ruchu. Do zadań Projektanta należy sprawdzenie wymaganej odporności nawierzchni na wysadziny wg zasad podanych w rozdziale 10 katalogu KTKNPiP.

4.1. Podłoże gruntowe i ulepszone podłoże

Podłoże gruntowe powinno zostać sklasyfikowane wg grupy nośności oznaczone symbolami: G1, G2, G3 i G4 nośność podłoża gruntowego nawierzchni w zależności od rodzaju i stanu gruntu podłoża, warunków wodnych w podłożu, wysadzinowości gruntu oraz od charakterystyki korpusu drogowego zgodnie z zasadami opisanymi w katalogu KTKNPiP. Do warstw podłoża gruntowego zaliczana jest również warstwa ulepszonego podłoża. Warstwa ulepszonego podłoża może być wykonana z mieszanki destruktu betonowego i asfaltowego lub jednego z tych destruktów w przypadku, jeżeli warstwa ta nie pełni roli warstwy odsączającej.

4.2. Dolne warstwy konstrukcyjne

Do dolnych warstw konstrukcyjnych zalicza się warstwę mrozoochronną i podbudowę pomocniczą, które mogą zostać wykonane z mieszanek destruktu betonowego i asfaltowego przy czym zaleca się:

- do warstwy mrozoochronnej stosować mieszanki o zawartości destruktu betonowego nie mniej niż 20%,
- do warstwy podbudowy pomocniczej stosować mieszanki o zawartości destruktu betonowego nie mniej niż 40%,

Wymagana nośność dolnych warstw konstrukcyjnych jest uzależniona od kategorii ruchu i sposobu zagęszczania podbudowy, zgodnie z Tabl. 5. Sposób zagęszczania określa zastosowany walec: statyczny lub wibracyjny.

Tablica 5. **Wymagania w zakresie nośności w zależności od kategorii ruchu**

Kategoria ruchu	Wymagana nośność na powierzchni dolnych warstw konstrukcji nawierzchni przy warstwie podbudowy zagęszczanej		Współczynnik Poissona
	metodą Proctora	zmodyfikowaną metodą Proctora	
	MPa		-
2	*3*	*4*	*5*
KR0-KR2	80	100	0,35
KR3-KR4	100	120	0,35

Typowe rozwiązania konstrukcyjne w zakresie dolnych warstw konstrukcyjnych i ulepszonego podłoża z zastosowaniem mieszanek destruktów z recyklingu przedstawiono w rozdziale 4.5.

4.3. Górne asfaltowe warstwy konstrukcyjne

Warstwa ścieralna, wiążąca i podbudowa zasadnicza są górnymi warstwami konstrukcyjnymi wykonanymi z mieszanek mineralno-asfaltowych spełniających wymagania normatywne określone w normach serii PN-EN 13108 część 1, 2, 5, 6 i 7 stosownie do wybranego rodzaju mieszanki i dokumentach krajowych (np. specyfikacje techniczne, Wymagania Techniczne WT-2 2014).

Do warstwy ścieralnej można stosować mieszanki typu SMA, beton asfaltowy (AC-Asphalt Concreto), mieszanka o nieciągłym uziarnieniu (BBTM - Asphalt Concrete for Very Thin Layers), asfalt lany (MA - Mastic Asphalt). W celu ograniczenia emisji hałasu można stosować BBTM8 (BBTM o nominalnym ziarnie kruszywa 8 mm) i BBTM11 (BBTM o nominalnym ziarnie kruszywa 8 mm) sklasyfikowane jako mieszanki o obniżonej hałaśliwości (RID I/76, zał. 8).

Do warstwy wiążącej i asfaltowej podbudowy zasadniczej stosuje się mieszanki typu beton asfalty (AC). W zakresie podbudowy zasadniczej należy przyjąć następujące układy warstw:

- dwuwarstwowy dla kategorii ruchu KR3-KR4 z górną warstwą podbudowy zasadniczej z betonu asfaltowego, a dolną warstwą podbudowy zasadniczej wykonanej z mieszanki niezwiązanej,
- jednowarstwowej dla kategorii ruchu KR0-KR2 wykonanej z mieszanki niezwiązanej.

Podbudowa zasadnicza może zostać wykonana z mieszanki destruktu betonowego i asfaltowego, przy czym zaleca się:

- do kategorii ruchu KR0-2 stosować mieszanki o zawartości destruktu betonowego nie mniej niż 40%,
- do kategorii ruchu KR3-4 stosować mieszanki o zawartości destruktu betonowego nie mniej niż 50%.

Typowe rozwiązania konstrukcyjne w zakresie podbudowy zasadniczej z zastosowaniem mieszanek destruktów z recyklingu przedstawiono w rozdziale 4.6.

4.4. Stałe materiałowe warstw niezwiązanych

Stałe materiałowe do projektowania, tj. moduły sprężystości E i współczynniki Poissona ν, dla destruktów i ich mieszanek należy wyznaczyć na podstawie wskaźnika nośności CBR_a:

- w zakresie od 20% do 100% wg Katalogu KPRNPP 2013 z zależności:

$$E = 17{,}6 \cdot CBR_a^{0{,}64}\ [MPa] \quad (1)$$
$$\nu = 0{,}3$$

- w zakresie od 100% do 375% (na podstawie własnych ustaleń) z zależności:

$$E = 92{,}4 \cdot CBR_a^{0{,}28}\ [MPa] \quad (2)$$
$$\nu = 0{,}3 \div 0{,}25$$

gdzie:

CBR_a - średni wskaźnik nośności po 4 i 7 dobach nasączania z obciążeniem lub po 4 i więcej dobach nasączania.

W Tabl. 6 przedstawiono dane przyjęte w projektowaniu konstrukcji.

Tablica 6. **Wyznaczenie stałych materiałowych (E, ν) i przeznaczenia w konstrukcji nawierzchni**

Zakres wskaźnika nośności CBR_a	Kategoria ruchu	Moduł sprężystości E	Współczynnik Poissona ν	Przeznaczenie w konstrukcji nawierzchni i w ulepszonym podłożu	Ozn.
%	-	MPa	-		
20	KR1-4	110	0,3	Warstwa wzmacniająca	WUP
25	KR0-2	180	0,3	Warstwa mrozoochronna	WM
35	KR3-4	180	0,3		
60	KR3-4	250	0,3	Podbudowa pomocnicza	PP
60	KR0-2	250	0,3	Podbudowa zasadnicza	PZ
80	KR3-4	290	0,3		
120*)	KR1-4	375	0,3		

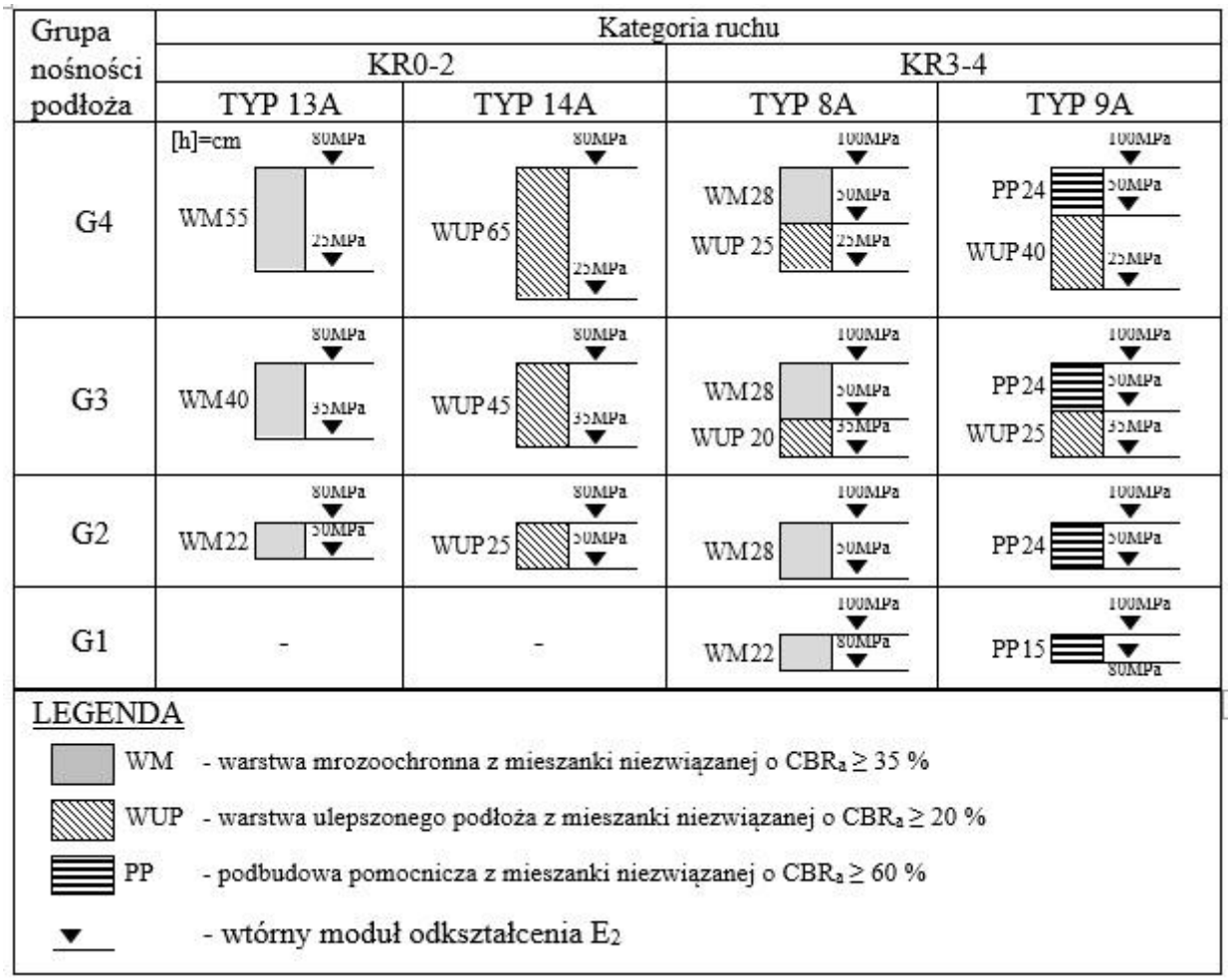
*) Przy zawartości destruktu betonowego nie mniej niż 60 % - wymaga indywidualnego projektowania konstrukcji nawierzchni.

4.5. Typowe rozwiązania konstrukcyjne dolnych warstw nawierzchni i warstw ulepszonego podłoża

Typowe rozwiązania dolnych warstw konstrukcyjnych zamieszczono w Tabl. 7 i przedstawiono na Rys. 4. Są to konstrukcje odpowiadające rozwiązaniom w katalogu KTKNPiP typ 8, 9, 13 i 14. Wybór rozwiązania projektowego należy do projektanta, który powinien uwzględnić warunki lokalne, ekonomiczne i dostępność materiałów. Mieszanki destruktu betonowego i asfaltowego mogą być stosowane w warstwie ulepszonego podłoża, warstwie mrozoochronnej lub podbudowie pomocniczej na podstawie decyzji projektanta. W przedstawionych układach warstw konstrukcyjnych można stosować zarówno materiały przewidziane w katalogu KTKNPiP jak i mieszanki z destruktu wg niniejszych wytycznych. Z uwagi na możliwość wtórnego wiązania destruktów nie stosuje się do warstw, które mają pełnić rolę warstwy odsączającej. Mieszanki powinny spełniać wymagania w zakresie wskaźnika CBR podane w Tabl. 4.

Tablica 7. **Typowe rozwiązania dolnych warstw konstrukcyjnych i ulepszonego podłoża z możliwym wykorzystaniem mieszanek z destruktów**

Grupa nośności podłoża	Kategoria ruchu			
	KR1-2		KR3-4	
	TYP 13A	TYP 14A	TYP 8A	TYP9A
G4	WM 55 cm	WUP 65 cm	WM 28 cm	PP 24 cm
			WUP 25 cm	WUP 40 cm
G3	WM 40 cm	WUP 45 cm	WM 28 cm	P 24 cm
			WUP 20 cm	WUP 25 cm
G2	WM 22 cm	WUP 25 cm	WM 28 cm	PP 24 cm
G1	-	-	WM 22 cm	PP 15 cm



Rys. 4. **Typowe rozwiązania dolnych warstw konstrukcyjnych i ulepszonego podłoża z możliwym wykorzystaniem mieszanek z destruktów**

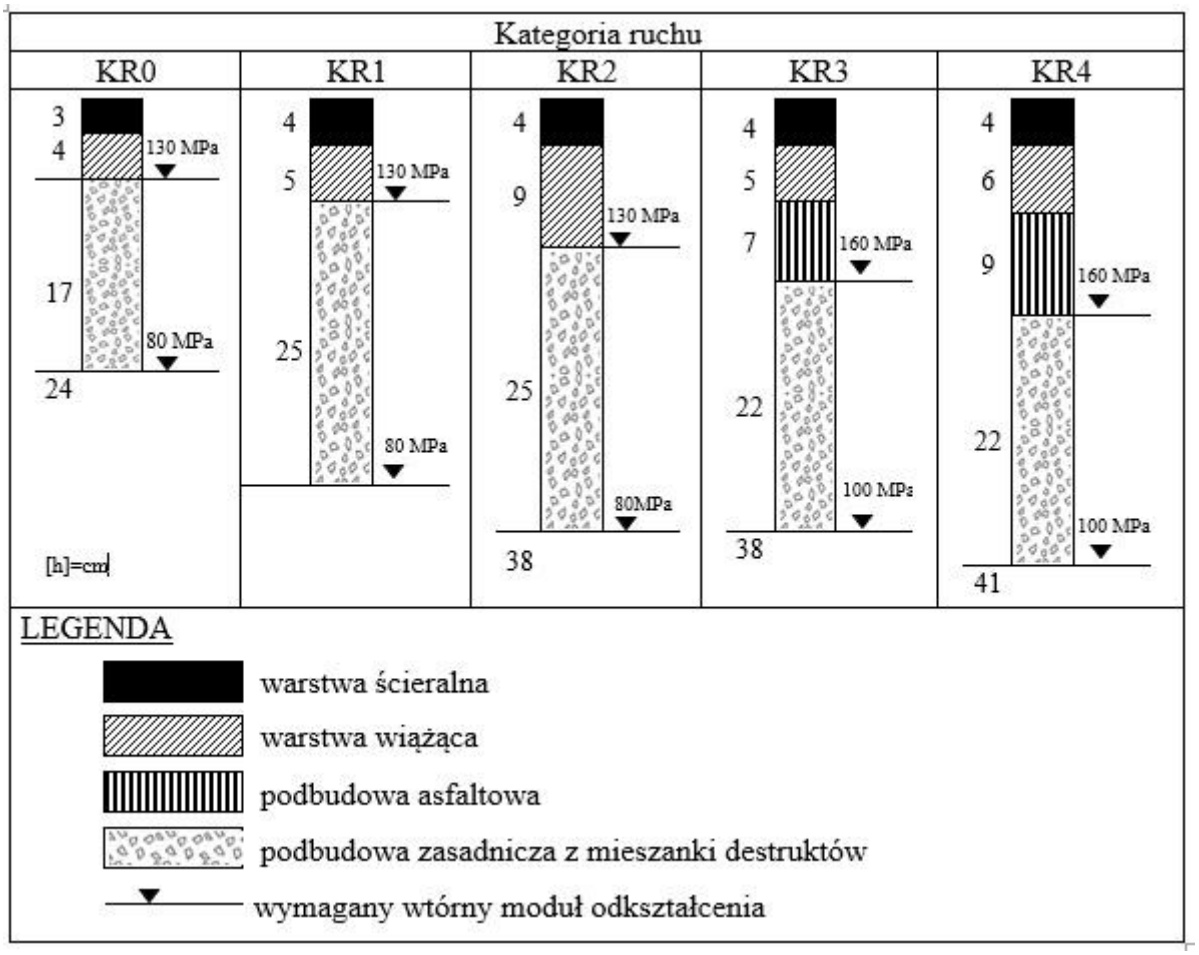
4.6. Typowe rozwiązania konstrukcyjne górnych warstw nawierzchni

Typowe rozwiązania górnych warstw konstrukcyjnych zamieszczono w Tabl. 8 i przedstawiono na Rys. 5. Podstawą wyboru rozwiązania konstrukcyjnego jest kategoria obciążenia ruchem. Dobór mieszanek mineralno-asfaltowych oraz ostateczna grubość poszczególnych warstw asfaltowych należy do Projektanta. Należy kierować się zasadą, że

łączna grubość pakietu asfaltowego nie może być mniejsza niż pakietu typowej konstrukcji. W opracowaniu konstrukcji typowych przyjęto założenie o pełnym połączeniu warstw asfaltowych zgodnie z zapisami p. 9.9 katalogu KTKNPiP.

Tablica 8. **Typowe rozwiązania górnych warstw konstrukcyjnych**

Warstwa	Kategoria ruchu				
	KR4	KR3	KR2	KR1	KR0
	Grubość, cm				
warstwa ścieralna	4	4	4	4	3
warstwa wiążąca	6	5	9	5	4
podbudowa asfaltowa	9	7	-	-	-
podbudowa zasadnicza z recyklingu	22	22	25	25	17



Rys. 5. **Typowe rozwiązania górnych warstw konstrukcyjnych**

5. SPRZĘT

Dobrany sprzęt powinien zapewniać korzystny wpływ na jakość wykonywanych Robót zgodnie z zasadami określonymi w Dokumentacji Projektowej.

Mieszankę niezwiązaną zaleca się rozkładać za pomocą urządzeń uniemożliwiających segregację, tj. układarkami.

Przy wykonaniu warstwy z mieszanek niezwiązanych należy korzystać z następującego sprzętu:

- mieszarek stacjonarnych (zlokalizowanych w pobliżu palcu budowy) do wytwarzania jednorodnej mieszanki o wilgotności optymalnej, wyposażone w urządzenia dozujące wodę. Przy gwarantowanej dostawie mieszanki niezwiązanej wymaganie to jest zbędne.
- samochody wywrotki, samochody skrzyniowe,
- układarek na ciągu głównym (obowiązkowo podbudowa zasadnicza),
- równiarek lub układarek na pozostałych drogach (podbudowa pomocnicza i zasadnicza) i pozostałych warstwach (podbudowa pomocnicza) dla ciągów głównych,
- spycharki można dopuścić do rozkładania mieszanki na drogach o ruchu mniejszym od KR3 za zgodą Nadzoru,
- walcy ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania,
- płyt wibracyjnych lub ubijaków mechanicznych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych.

6. TRANSPORT

Wykonawca jest zobowiązany do stosowania transportu materiałów (sprzętu) na i z terenu Robót zgodnie z przepisami, bez zanieczyszczeń oraz wpływu na jakość wykonywanych Robót i właściwości przewożonych materiałów.

W organizacji transportu ze względu na minimalizację odległości transportowych i wyborze środków transportowych ich wydajności oraz metod transportu Wykonawca uwzględni: typowe warunki klimatyczne i pogodowe, wymagania wynikające z harmonogramu prac, ograniczenia dotyczące ładunku przez czynniki zewnętrzne (instalacje, konstrukcje, dopuszczalne obciążenia), wymagania ochrony środowiska oraz rodzaj maszyn stosowanych do załadunku, w przypadku samochodów.

Transport i wyładunek mieszanki niezwiązanej powinien zapewnić niezmienność składu mieszanki oraz nie powinien powodować segregacji składników oraz zanieczyszczenia mieszanki. Transport kruszywa może odbywać się samochodami samowyładowczymi w sposób zabezpieczający je przed segregacją, zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi materiałami, nadmiernym wysuszeniem lub zawilgoceniem.

Materiały sypkie należy przewozić w sposób eliminujący możliwość wysypywania, pylenia oraz innego zanieczyszczenia środowiska.

Spoiwo hydrauliczne przewozi się w zbiornikach (wagonach, samochodach) w sposób zabezpieczający przed zanieczyszczeniem i zawilgoceniem, zgodnie z prawem przewozowym. Woda może być dostarczana przewoźnymi zbiornikami - cysternami wody.

7. WYKONANIE PODBUDOWY LUB ULEPSZONEGO PODŁOŻA NAWIERZCHNI

7.1. Zasady wykonywania robót

Wykonawca robót posiada zaakceptowany przez Inżyniera/Zamawiającego Projekt Technologii i Organizacji Robót oraz Program Zapewnienia Jakości uwzględniający wszystkie warunki, w jakich będą wykonywane roboty.

Sposób wykonania robót powinien być zgodny z dokumentacją projektową i niniejszymi Warunkami Technicznymi WT-RMIX. W przypadku braku wystarczających danych można korzystać z ustaleń podanych w niniejszych Warunkach Technicznych WT-RMIX.

Podstawowe czynności przy wykonaniu robót obejmują:
- roboty przygotowawcze,
- przygotowanie podłoża,
- wytwarzanie mieszanki kruszywa,
- odcinek próbny,
- wbudowanie mieszanki,
- zagęszczanie mieszanki,
- utrzymanie wykonanej warstwy,
- roboty wykończeniowe.

7.2. Roboty przygotowawcze

Przed przystąpieniem do robót należy, na podstawie dokumentacji projektowej, niniejszych Warunkach Technicznych WT-RMIX lub wskazań Nadzoru:
- ustalić lokalizację robót,
- przeprowadzić obliczenia i pomiary niezbędne do szczegółowego wytyczenia robót oraz ustalenia danych wysokościowych,
- usunąć przeszkody utrudniające wykonanie robót,
- wprowadzić oznakowanie drogi na okres robót,
- zgromadzić materiały i sprzęt potrzebne do rozpoczęcia robót.

Prace pomiarowe powinny być prowadzone w sposób umożliwiający wykonanie warstwy ulepszonego podłoża nawierzchni lub podbudowy zgodnie z Dokumentacją Projektową, z tolerancjami określonymi w niniejszych WT-RMIX. Paliki lub szpilki do kontroli ukształtowania ulepszonego podłoża nawierzchni lub podbudowy powinny być wcześniej przygotowane, odpowiednio zamocowane i utrzymywane w czasie robót przez Wykonawcę. Powinny być one ustawione w osi drogi i w rzędach równoległych do osi drogi, lub w inny sposób zaakceptowany przez Nadzór. Rozmieszczenie palików lub szpilek powinno umożliwiać naciągnięcie sznurków lub linek do wytyczenia robót i nie powinno być rzadsze, niż co 10 m. Jeżeli warstwa mieszanki kruszywa stabilizowanego mechanicznie będzie układana w prowadnicach, to po wytyczeniu podbudowy należy ustawić na podłożu prowadnice w taki sposób, aby wyznaczały one ściśle linie krawędzi układanej warstwy według Dokumentacji Projektowej. Wysokość prowadnic powinna odpowiadać grubości warstwy mieszanki kruszywa stabilizowanego mechanicznie, w stanie niezagęszczonym. Prowadnice powinny być ustawione stabilnie, w sposób wykluczający ich przesuwanie się pod wpływem oddziaływania maszyn użytych do wykonania warstwy.

Zamiennie można zastosować wytyczenie sytuacyjne i wysokościowe przez jednoznaczne zdefiniowanie w pamięci elektronicznej maszyn wyposażonych w system sterowania 3D wszystkich elementów geometrii warstwy podbudowy.

Na wykonanej warstwie ulepszonego podłoża lub podbudowy nie może odbywać się ruch budowlany, niezwiązany bezpośrednio z wykonywaną kolejną warstwą nawierzchni.

7.3. Przygotowanie podłoża

Przed wykonaniem ulepszonego podłoża nawierzchni lub podbudowy ich podłoże należy oczyścić ze wszelkich zanieczyszczeń oraz sprawdzić jego cechy geometryczne i zagęszczenie. Wszelkie uszkodzenia lub powierzchnie wykazujące odchylenia od wymaganej równości, spadków poprzecznych lub rzędnych powinny być naprawione.

Podłoże pod podbudowę stanowi warstwa zgodnie z projektem.

Ulepszone podłoże nawierzchni lub podbudowa powinny być wytyczona w sposób umożliwiający jej wykonanie zgodnie z Dokumentacją Projektową lub wg zaleceń Nadzoru z tolerancjami określonymi w niniejszych WT-RMIX.

Podbudowę z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie należy układać na odpowiednio przygotowanej warstwie zgodnie z właściwymi WT-RMIX. Jeżeli podłoże wykazuje jakiekolwiek wady, to powinny być one usunięte wg zasad zaakceptowanych przez Nadzór.

Dla pobocza nie jest wymagane wykonanie badań modułów odkształceń metodą VSS.

7.4. Wytwarzanie mieszanki kruszywa

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca posiada zaakceptowaną receptę oraz projekt składu mieszanki niezwiązanej oraz wyniki badań laboratoryjnych poszczególnych składników i próbki materiałów pobrane w obecności Nadzoru do wykonania badań kontrolnych. Projektowanie polega na doborze kruszywa do mieszanki oraz zawartości wody. Procedura projektowania powinna być oparta na wynikach badań próbek laboratoryjnych i/lub polowych przeprowadzonych na tych samych składnikach, z tych samych źródeł i o takich samych właściwościach, jak te które będą stosowane do wykonania podbudowy.

Ze względu na konieczność zapewnienia jednorodności materiału nie dopuszcza się wytwarzania mieszanki przez mieszanie poszczególnych frakcji na drodze. Mieszankę kruszywa o ściśle określonym uziarnieniu i wilgotności optymalnej należy wytwarzać w mieszarkach, gwarantujących otrzymanie jednorodnej mieszanki.

Mieszarki (wytwórnie mieszanek kruszywa) stacjonarne lub mobilne powinny zapewnić ciągłość produkcji zgodną z receptą laboratoryjną. Mieszanka po wyprodukowaniu powinna być od razu transportowana na miejsce wbudowania w sposób przeciwdziałający segregacji i nadmiernemu wysychaniu oraz twardnieniu przy dodaniu spoiwa hydraulicznego.

7.5. Odcinek próbny

Co najmniej 3 dni przed planowanym rozpoczęciem robót, Wykonawca wykona odcinek próbny w celu:

- stwierdzenia czy sprzęt budowlany do mieszania, rozkładania i zagęszczania kruszywa jest właściwy,
- określenia grubości warstwy materiału z w stanie luźnym, koniecznej do uzyskania wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu,
- określenia ilości warstw koniecznych dla osiągnięcia wymaganego zagęszczenia;
- ustalenia liczby przejść sprzętu zagęszczającego, potrzebnej do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia.

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć takich materiałów oraz sprzętu, jakie będą stosowane do wykonania warstwy na budowie. Szczególną uwagę należy zwrócić na stan i zagęszczenie podłoża pod przewidywaną do wbudowania warstwą. Wynika to z faktu, że zasięg działania przy badaniu płytą VSS wg PN-S-02205 jest praktycznie równy średnicy płyty, tj, 0,30 m. Natomiast grubość zagęszczanej warstwy, w zależności od sprzętu do zagęszczania, będzie wynosić co najwyżej 0,15 m albo 0,20 m.

Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić od 400 do 800 m^2.

Odcinek próbny powinien być zlokalizowany w miejscu wskazanym przez Nadzór.

Po wykonaniu odcinka próbnego Wykonawca umożliwi Nadzorowi przeprowadzenie dodatkowych badań kontrolnych. Na tym etapie zostaną oznaczone moduły odkształcenia E1 i

E2 płytą VSS oraz ustalony kontrolny wskaźnik odkształcenia I_{ok} wg PN-S-02205 do oceny wskaźnika zagęszczenia warstwy I_s.

Po akceptacji przez Nadzór Wykonawca przystąpi do zasadniczych robót związanych z wykonaniem warstwy ulepszonego podłoża nawierzchni lub podbudowy z mieszanki niezwiązanej.

Wykonawca może przystąpić do wykonania warstwy po zaakceptowaniu odcinka próbnego przez Nadzór.

7.6. Wbudowanie mieszanki

Rozpoczęcie budowy każdej następnej warstwy może nastąpić po odbiorze poprzedniej warstwy przez Nadzór.

Wbudowanie warstwy podbudowy lub ulepszonego podłoża powinno odbywać się w sprzyjających warunkach atmosferycznych.

Mieszanka niezwiązana po wyprodukowaniu powinna być od razu transportowana na miejsce wbudowania w taki sposób, aby nie uległa rozsegregowaniu, wysychaniu lub twardnieniu. Zaleca się w tym celu korzystanie z transportu samochodowego z zabezpieczoną (przykrytą) skrzynią ładunkową. Mieszanka niezwiązana powinna być rozkładana metodą zmechanizowaną przy użyciu zalecanej, elektronicznie sterowanej, rozkładarki, która wstępnie może zagęszczać układaną warstwę mieszanki. Rozkładana warstwa mieszanki niezwiązanej powinna być jednakowej grubości, takiej, aby jej ostateczna grubość po zagęszczeniu była równa grubości projektowanej. Jeżeli układana konstrukcja składa się z więcej niż jednej warstwy mieszanki niezwiązanej, to każda warstwa powinna być wyprofilowana i zagęszczona z zachowaniem wymaganych spadków i rzędnych wysokościowych.

Zawartość wody w zagęszczonej mieszance niezwiązanej musi być zgodna z granicami podanymi w Tabl. 3. Wilgotność mieszanki kruszywa podczas zagęszczania powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według próby Proctora, wg PN-EN 13286-2 oraz PN-EN 1097-6. Mieszanka o większej wilgotności powinna zostać osuszona przez mieszanie i napowietrzanie. Jeżeli wilgotność mieszanki kruszywa jest niższa od wartości podanej w Tabl. 3, mieszanka powinna być zwilżona określoną ilością wody i równomiernie wymieszana.

Rozścieloną mieszankę niezwiązaną należy sprofilować równiarką lub ciężkim szablonem, do spadków poprzecznych i pochyleń podłużnych ustalonych w dokumentacji projektowej. W czasie profilowania należy wyrównać lokalne wgłębienia. W miejscach, gdzie widoczna jest segregacja mieszanki niezwiązanej należy przed zagęszczeniem wymienić ją na materiał o odpowiednich właściwościach.

7.7. Zagęszczenie mieszanki

Po wyprofilowaniu mieszanki niezwiązanej należy rozpocząć jej zagęszczanie, które należy kontynuować aż do osiągnięcia wymaganego w WT-RMIX wskaźnika zagęszczenia. Warstwę mieszanki niezwiązanej należy zagęszczać walcami ogumionymi, walcami wibracyjnymi i gładkimi. Mieszankę niezwiązaną o przewadze ziaren grubych zaleca się zagęszczać najpierw walcami ogumionymi, a następnie walcami wibracyjnymi. Mieszankę niezwiązaną o przewadze ziaren drobnych zaleca się zagęszczać najpierw walcami ogumionymi, a następnie gładkimi. W miejscach trudno dostępnych należy stosować zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne itp.

Zagęszczanie walcami na podbudowach o przekroju daszkowym powinno rozpocząć się od krawędzi i przesuwać się pasami podłużnymi w stronę osi jezdni. Zagęszczanie na podbudowach o jednostronnym spadku poprzecznym powinno rozpocząć się od dolnej krawędzi i przesuwać się pasami podłużnymi w stronę górnej krawędzi podbudowy.

Zagęszczenie powinno być równomierne na całej szerokości warstwy. Zaleca się, aby grubość zagęszczanej warstwy nie przekraczała:

- przy walcach statycznych gładkich 15 cm,
- przy walcach ogumionych lub wibracyjnych 20 cm.

Zagęszczenie podbudowy należy wykonywać warstwami przy zachowaniu wilgotności optymalnej. W ostatniej fazie zagęszczania należy sprawdzić profil szablonem. Zagęszczenie podbudowy powinno być równomierne na całej szerokości.

Wskaźnik zagęszczenia przy zagęszczaniu walcami wibracyjnymi w odniesieniu do zmodyfikowanej metody Proctora nie powinien być mniejszy od 1,03 oraz przy zagęszczaniu walcami statecznymi w odniesieniu do metody Proctora nie powinien być mniejszy od 1,03.

Zagęszczenie kontroluje się płytą VSS przez sprawdzenie modułów odkształcenia.

Zagęszczenie podbudowy stabilizowanej mechanicznie należy uznać za prawidłowe, gdy stosunek wtórnego modułu E2 do pierwotnego modułu odkształcenia E1 jest nie większy od I_{ok} dla badanej warstwy. Wskaźnik zagęszczenia ulepszonego podłoża lub podbudowy powinien odpowiadać przyjętemu poziomowi wskaźnika nośności podbudowy wg Tabl. 7.

7.8. Utrzymanie wykonanej warstwy

Warstwa po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy powinna być utrzymywana w dobrym stanie. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, gotową warstwę do ruchu budowlanego, to jest obowiązany naprawić wszelkie jej uszkodzenia spowodowane przez ten ruch.

Warstwa z mieszanki niezwiązana ulepszona spoiwem hydraulicznym w zależności od potrzeb powinna być po zagęszczeniu poddana pielęgnacji według jednego z następujących sposobów:

a) skropieniem preparatem pielęgnacyjnym, posiadającym EOT/KOT,
b) przykryciem na okres 7 do 10 dni nieprzepuszczalną folią z tworzywa sztucznego, ułożoną na zakład co najmniej 30 cm i zabezpieczoną przed zerwaniem przez wiatr,
c) przykryciem matami lub włókninami i spryskanie wodą przez okres 7÷10 dni,
d) przykryciem warstwą piasku i utrzymanie jej w stanie wilgotnym przez okres 7÷10 dni,
e) innymi środkami zaakceptowanymi przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

Nie należy dopuszczać ruchu pojazdów i maszyn po warstwie mieszanki niezwiązanej posiadające właściwości wiążące lub ulepszonej spoiwem hydraulicznym w okresie od 7 do 10 dni pielęgnacji, a po tym okresie ruch technologiczny może odbywać się wyłącznie za zgodą Nadzoru.

8. WARUNKI I KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

Do obowiązków Wykonawcy należy opracowanie programu wykonania robót i zapewnienia jakości zgodnie z Dokumentacją Projektową.

Badania i pomiary dzielą się na:

a) badania i pomiary Wykonawcy (w ramach własnego nadzoru),
b) badania i pomiary kontrolne, wykonywane na zlecenie Nadzoru przez Laboratorium Zamawiającego dzielą się na podstawowe, dodatkowe i arbitrażowe.

W uzasadnionych przypadkach w ramach badań i pomiarów kontrolnych dopuszcza się wykonanie badań i pomiarów kontrolnych dodatkowych lub badań i pomiarów arbitrażowych.

Badania obejmują:

- pobranie próbek,
- zapakowanie próbek do wysyłki,
- transport próbek z miejsca pobrania do placówki wykonującej badania,
- przeprowadzenie badania,
- sprawozdanie z badań.

Pomiary obejmują terenową weryfikację cech warstwy.

Zakres badań i pomiarów Wykonawcy powinien być:

- nie mniejszy niż określony w Zakładowej Kontroli Produkcji dla dostarczanych na budowę materiałów i wyrobów budowlanych,
- nie mniejszy niż zakres i częstotliwość badań i pomiarów kontrolnych określony w niniejszym WT-RMIX.

8.1. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

- przedstawić Nadzorowi do akceptacji źródła poboru mieszanki oraz wszystkich dodatkowych materiałów, dołączając wszystkie dokumenty potwierdzające jakość materiałów składowych,
- uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (np. stwierdzenie o oznakowaniu materiału znakiem CE lub znakiem budowlanym B, Certyfikat Zgodności ZKP/Stałości Właściwości Użytkowych, deklarację właściwości użytkowych, KOT/EOT, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.),
- opracować receptę laboratoryjną dla mieszanki kruszywa oraz przedstawić Nadzorowi wraz z wynikami badań do zatwierdzenia;
- wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót, określone przez Nadzór. Badania te powinny obejmować wszystkie właściwości kruszywa określone w pkt. 2.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Inżynierowi/Inspektorowi Nadzoru do akceptacji. Ważność wykonanych przez producenta mieszanki niezwiązanej pełnych badań materiałów wsadowych, w trakcie złożenia do akceptacji razem z receptą nie może przekroczyć pół roku od dnia wykonania tych badań. Dla tych właściwości mieszanki niezwiązanej, których producent nie deklaruje, gdyż w ramach prowadzonego systemu ZKP wg PN-EN 13242+A1 nie jest wymagane albo wykonuje się rzadziej niż co 0,5 roku Wykonawca powinien przedstawić wyniki badań własnych lub uzyskać od producenta dodatkowo. W sytuacji, gdy mieszanka jest składana przez Wykonawcę badania należy przedstawić dla każdego materiału wsadowego oraz dla gotowej mieszanki niezwiązanej zgodnie z wymaganiami WT-RMIX. Badania materiałów wsadowych w ramach badań własnych Wykonawcy należy powtarzać jeden raz na rok.

8.2. Badania i pomiary w czasie realizacji robót

Wykonawca powinien wykonywać badania i pomiary z częstotliwością gwarantującą zachowanie wymagań dotyczących jakości robót, lecz nie rzadziej niż wskazano to w Tabl. 9.

Tablica 9. **Częstotliwość oraz zakres badań przy wykonywaniu ulepszonego podłoża lub podbudowy z mieszanki niezwiązanej**

Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań	Wymaganie
	Minimalna liczba badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna powierzchnia podbudowy przypadająca na jedno badanie (m^2)
Uziarnienie mieszanki	1	1000
Zawartość wody w mieszance		
Zagęszczenie i nośność podbudowy	2	2000
Badanie właściwości innych niż uziarnienie mieszanki	przy zatwierdzeniu materiału i przy każdej istotnej zmianie jego właściwości, zmianie złoża, zmianie producenta oraz w razie wątpliwości co do jakości wbudowywanej mieszanki.	

8.3. Uziarnienie mieszanki niezwiązanej

Kontrola uziarnienia rozłożonej mieszanki niezwiązanej powinna być przeprowadzana minimum 1 raz na każdej dziennej działce roboczej za pomocą analizy sitowej. Próbki należy pobierać losowo z rozłożonej warstwy, przed jej zagęszczeniem. Uziarnienie mieszanki po 5-krotnym zagęszczeniu metodą Proctora wg PN-EN 13286-2 powinno mieścić się w polu dobrego uziarnienia pomiędzy odpowiednimi krzywymi granicznymi wg Tabl. 3, na Rys. 1 lub Rys. 2 dla zaprojektowanego uziarnienia mieszanki niezwiązanej.

8.4. Zawartość wody w mieszance niezwiązanej

Zawartość wody w mieszance niezwiązanej w czasie wbudowania i zagęszczania badana według PN-EN 13286-2 powinna odpowiadać wymaganej w granicach określonych w Tabl. 3, lp. 3.

8.5. Zagęszczenie i nośność podbudowy i ulepszonego podłoża

Kontrolę zagęszczenia i nośności podbudowy należy oprzeć na metodzie obciążeń płytowych za pomocą płyty VSS o średnicy 0,30 m wg PN-S-02205 po określeniu kontrolnego wskaźnika odkształcenia I_{ok} wg punktu 8.5 lub badaniu wskaźnika zagęszczenia W_Z wg normy BN-77/8931-12. Zagęszczenie warstwy podbudowy i ulepszonego podłoża należy uznać za prawidłowe, gdy stosunek I_o wtórnego modułu odkształcenia E2 do pierwotnego modułu odkształcenia E1 lub wskaźnik zagęszczenia W_Z i nośność warstwy E2 jest zgodna z Tabl. 10. Nośność podbudowy lub ulepszonego podłoża należy uznać za prawidłową, gdy wtórny moduł odkształcenia E2 oznaczony za pomocą płyty VSS jest nie mniejszy niż wymagana wartość, określona w KTKNPiP 2014 [4], odpowiednia dla danej podbudowy i określona w Dokumentacji Projektowej.

Tablica 10. **Wymagania dla nośności podbudowy i ulepszonego podłoża**

Badanie	Kategoria ruchu			
	Zagęszczenie metodą Proctora		Zagęszczenie zmodyfikowaną metodą Proctora	
	KR0 ÷ KR2	KR3 ÷ KR4	KR0 ÷ KR2	KR3 ÷ KR4
Wskaźnik zagęszczenia I_S dla podbudowy zasadniczej, pomocniczej i ulepszonego podłoża	≥ 1,00	≥ 1,00	≥ 1,00	≥ 1,00
Wskaźnik odkształcenia I_o dla podbudowy zasadniczej, pomocniczej i ulepszonego podłoża	$\leq I_{ok}$	$\leq I_{ok}$	$\leq I_{ok}$	$\leq I_{ok}$
Wtórny moduł odkształcenia E2 dla podbudowy zasadniczej	≥ 130 MPa	≥ 160 MPa	≥ 180 MPa	≥ 180 MPa
Wtórny moduł odkształcenia E2 dla podbudowy pomocniczej	*)		≥ 100 MPa	≥ 120 MPa
Wtórny moduł odkształcenia E2 dla ulepszonego podłoża	≥ 80 MPa	≥ 100 MPa	≥ 100 MPa	≥ 120 MPa
*) Warstwa podbudowy pomocniczej nie występuje w rozwiązaniach typowych dla kat. ruchu KR0-KR2				

Zagęszczenie warstwy podbudowy ulepszonego podłoża możemy sprawdzić wg PN-S-02205.

Bieżące badania kontrolne nośności warstwy Wykonawca może przeprowadzać metodami alternatywnymi, np. lekką płytą do obciążeń dynamicznych.

Alternatywnie dopuszcza się kontrolę i ocenę nośności na powierzchni warstwy materiału na podstawie oznaczenia wartości modułu dynamicznego E_{vd} z zastosowaniem lekkiej płyty dynamicznej LPD. Dopuszczenie tej metody wymaga potwierdzenia na odcinku próbnym i akceptacji przez Nadzór korelacji wartości wtórnego modułu odkształcenia E2, stanowiących kryterium akceptacji nośności, z wartościami modułu dynamicznego Evd w odniesieniu do gruntów i materiałów stosowanych w konkretnym przypadku i określonych z zastosowaniem wybranego typu (konstrukcji) LPD.W przypadku stosowania płyt LPD o różnych konstrukcjach korelację należy ustalić dla każdego typu urządzenia.

We wszystkich przypadkach powyżej metodą referencyjną jest metoda obciążeń płytowych.

W przypadku stosowania płyty LPD należy uwzględnić właściwe dla tej metody ograniczenia w zakresie jej stosowalności. Metody tej nie należy jednak wykorzystywać do badań odbiorowych warstwy.

Wykonawca zobowiązany jest zapewniać laboratorium Nadzoru na swój koszt pojazdy ciężarowe stanowiące przeciwwagę do oznaczania modułu odkształcenia i badania nośności przez obciążenie płyta statyczną (badanie aparatem VSS) w miejscu i terminie wyznaczonym przez Nadzór.

Właściwości mieszanki niezwiązanej inne niż uziarnienie powinny być badane okresowo na polecenie Nadzoru/Zamawiającego oraz w razie wątpliwości co do jakości mieszanki. Próbki do badań powinny być pobierane losowo w obecności Nadzoru.

8.6. Wymagania dotyczące cech geometrycznych podbudowy i ulepszonego podłoża

Tablica 11. **Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanej podbudowy pomocniczej i zasadniczej oraz ulepszonego podłoża**

Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość pomiarów	
	Warstwy podbudowy	Ulepszone podłoże
Szerokość	10 razy na 1 km	10 razy na 1 km jezdni
Równość podłużna	Metodą profilometryczną lub w sposób ciągły na każdym pasie ruchu łatą 4 m i klina lub metodą równoważną (z wykorzystaniem planografu)	co 20 m na każdym pasie ruchu
Równość poprzeczna	10 razy na 1 km łatą długości 2m	10 razy na 1 km jezdni
Spadki poprzeczne*)	10 razy na 1 km	10 razy na 1 km jezdni
Rzędne wysokościowe**)	Rzędne osi podłużnej jezdni i krawędzi co 20 m na odcinkach prostych i co 10 m na łukach	co 100 m na odcinkach prostych i co 10 m na łukach dla pozostałych dróg
Ukształtowanie osi *)	10 razy na 1 km	wg dokumentacją projekt.
Grubość	10 razy na 1 km	10 razy na 1 km jezdni na podstawie operatów geodez.

*) Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowania osi w planie należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych.

**) Przed przystąpieniem do robót Wykonawca przedstawi Nadzorowi do akceptacji propozycję miejsc pomiarowych.

8.7. Dopuszczalne tolerancje dotyczące cech geometrycznych podbudowy i ulepszonego podłoża

Tablica 12. **Dopuszczalne tolerancje dla wymaganych cech geometrycznych podbudowy zasadniczej i pomocniczej oraz ulepszonego podłoża**

Cecha mierzona	Tolerancja	
	Warstwy podbudowy pomocniczej i zasadniczej	Warstwy ulepszonego podłoża
Szerokość	Tolerancja dla pojedynczego wyniku +10 cm, -5 cm od szerokości projektowanej.	
	Dla wartości średniej od 0,0 do +10,0 cm.	-
Równość podłużna	- podbudowa zasadnicza od ±9 mm do ±15 mm - podbud. pomocnicza ±15 mm	Nie może przekraczać 20 mm, pomiar 4 metrową łatą lub metodą równoważną
Równość poprzeczna		
Spadki poprzeczne	±0,5%	Na prostych i łukach wg dokument. projektowej ± 0,5%.
Rzędne wysokościowe	- podbudowa zasadnicza -1 cm / +0 cm - podbudowa pomocnicza 2 cm / +1 cm	Względem rzędnych projektowanych nie powinny przekraczać -2 cm i +1 cm
Ukształtowanie osi w planie	±5cm	Nie może być przesunięta w stosunku do osi projektów o więcej niż ± 5 cm.
Grubość	±10%	Zgodna z określoną w dokumentacji projektowej.

*) Jeżeli warstwa, ze względów technologicznych, została wykonana w dwóch warstwach, należy mierzyć łączną grubość tych warstw. Wybór metody pomiarów grubości należy przedstawić Inżynierowi do akceptacji. Na wszystkich powierzchniach wadliwych pod względem grubości Wykonawca wykona naprawę warstwy w sposób zaakceptowany przez Nadzór.

9. OBMIAR ROBÓT I CENA JEDNOSTKI OBMIAROWEJ

Jednostką obmiarową jest m^2 (metr kwadratowy) wykonanej warstwy. Cena jednostki obmiarowej (1 m^2) obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- dostarczenie materiałów i sprzętu,
- przygotowanie mieszanki z kruszywa, zgodnie z receptą,
- dostarczenie mieszanki na miejsce wbudowania,
- rozłożenie mieszanki,
- zagęszczenie mieszanki,
- utrzymanie warstwy w czasie robót,
- przeprowadzenie wymaganych pomiarów i badań,
- uporządkowanie terenu robót i jego otoczenia,
- roboty wykończeniowe,
- odwiezienie sprzętu,
- zawiera wszelkie inne czynności związane z prawidłowym wykonaniem warstwy zgodnie z wymaganiami niniejszych WT-RMIX.

Wszystkie roboty powinny być wykonane według wymagań dokumentacji projektowej, WT-RMIX, specyfikacji technicznej i postanowień Nadzoru /Zamawiającego.

10. ODBIÓR ROBÓT

10.1. Ogólne zasady odbioru robót

W zależności od ustaleń, Roboty podlegają następującym etapom odbioru:

a) odbiorowi Robót zanikających i ulegających zakryciu - polega na finalnej ocenie ilości i jakości wykonywanych Robót,
b) odbiorowi częściowemu - polega na ocenie ilości i jakości wykonanych części Robót,
c) odbiorowi ostatecznemu - polega na finalnej ocenie rzeczywistego wykonania Robót w odniesieniu do ich ilości, jakości i wartości wg zasad i dokumentacji tego odbioru,
d) odbiorowi przed upływem rękojmi - polega na ocenie wykonanych Robót związanych z usunięciem wad zaistniałych w okresie rękojmi. Odbiór przed upływem okresu rękojmi będzie dokonany na podstawie oceny wizualnej obiektu z uwzględnieniem zasad ostatecznego odbioru Robót.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową, tych WT-RMIX i wymaganiami Nadzoru, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg punktu 9.7 dały wyniki pozytywne.

Do odbioru ostatecznego uwzględniane są wyniki badań i pomiarów kontrolnych, badań i pomiarów kontrolnych dodatkowych oraz badań i pomiarów arbitrażowych do wyznaczonych odcinków częściowych.

10.2. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami

Jeżeli wystąpią wyniki negatywne dla materiałów i robót (nie spełniające wymagań określonych w tych WT-RMIX i opracowanych na ich podstawie Specyfikacji, to Nadzór wydaje Wykonawcy polecenie przedstawienia programu naprawczego, chyba że na wniosek jednej ze stron kontraktu zostaną wykonane badania lub pomiary arbitrażowe (zgodnie z pkt.

6.5 niniejszego WT-RMIX), a ich wyniki będą pozytywne. Wykonawca w tym programie jest zobowiązany dokonać oceny wpływu na trwałość, przedstawić sposób naprawienia wady lub wnioskować o zredukowanie ceny kontraktowej naliczenie potrąceń. Na zastosowanie programu naprawczego wyraża zgodę Nadzór.

W przypadku braku zgody Nadzoru na zastosowanie programu naprawczego wszystkie materiały i roboty nie spełniające wymagań podanych w odpowiednich punktach WT-RMIX zostaną odrzucone.

Wykonawca wymieni materiały na właściwe i wykona prawidłowo roboty na własny koszt.

Jeżeli wymiana materiałów niespełniających wymagań lub wadliwie wykonane roboty spowodowują szkodę w innych, prawidłowo wykonanych robotach, to również te roboty powinny być ponownie wykonane przez Wykonawcę na jego koszt.

BIBLIOGRAFIA

Wykorzystane normy i przepisy:

Normy

1. PN-EN 197-1 Cement - Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku
2. PN-EN 933-1 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw. Część 1: Oznaczenie składu ziarnowego – Metoda przesiewowa
3. PN-EN 933-3 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw. Część 2: Oznaczenie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości
4. PN-EN 933-4 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw. Część 4: Oznaczenie kształtu ziaren - Wskaźnik kształtu
5. PN-EN 933-5 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw. Część 5: Oznaczenie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych
6. PN-EN 934-2 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu - Część 2: Domieszki do betonu - Definicje, wymagania, zgodność, oznakowanie i etykietowanie
7. PN-EN 1008 Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu
8. PN-EN 1097-2 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 2: Metody oznaczania odporności na rozdrobnienie
9. PN-EN 1097-5:2008 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 5: Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją
10. PN-EN 1097-6 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw- Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości
11. PN-EN 1367-1 Badanie właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych – Część 1: Oznaczenie mrozoodporności
12. PN-EN 1367-6:2008 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 6: Mrozoodporność w obecności soli
13. PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw - Część 1: Analiza chemiczna

14. PN-EN 12457-4:2006 Charakteryzowanie odpadów - Wymywanie - Badanie zgodności w odniesieniu do wymywania ziarnistych materiałów odpadowych i osadów - Część 4: Jednostopniowe badanie porcjowe przy stosunku cieczy do fazy stałej 10 l/kg w przypadku materiałów o wielkości cząstek poniżej 10 mm (bez redukcji lub z redukcją wielkości)
15. PN-EN 13242+A1 Kruszywa do niezwiązanych i hydraulicznie związanych materiałów stosowanych w obiektach drogowych i budownictwie drogowym
16. PN-EN 13282-1:2013-07 Hydrauliczne spoiwa drogowe - Część 1: Hydrauliczne spoiwa drogowe szybkowiążące - Skład, wymagania i kryteria zgodności
17. PN-EN 13282-2:2015-06 Hydrauliczne spoiwa drogowe - Część 2: Hydrauliczne spoiwa drogowe normalnie wiążące - Skład, wymagania i kryteria zgodności
18. PN-EN 13282-3:2024-08 Hydrauliczne spoiwa drogowe - Część 3: Ocena i weryfikacja stałości właściwości użytkowych
19. PN-EN 13285 Mieszanki niezwiązane. Wymagania
20. PN-EN 13286-1 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym -- Część 1: Metody badań laboratoryjnej gęstości referencyjnej i zawartości wody -- Wprowadzenie, wymagania ogólne i pobieranie próbek
21. PN-EN 13286-2 Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym- Część 1: Metody badań dla ustalonej laboratoryjnie referencyjnej gęstości i wilgotności- Zagęszczanie aparatem Proctora
22. PN-EN 13286-47 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym -- Część 47: Metoda badania kalifornijskiego wskaźnika nośności, natychmiastowego wskaźnika nośności i pęcznienia liniowego
23. PN-EN ISO 17993 Jakość wody - Oznaczanie 15 wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w wodzie metodą HPLC z detekcją fluorescencyjną po ekstrakcji ciecz-ciecz
24. BN-88/6731-08 Cement - Transport i przechowywanie
25. BN-64/8931-02 Drogi samochodowe. Oznaczenie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą
26. BN-77/8931-12 Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu
27. PN-B-32250:1988 Materiały budowlane - Woda do betonów i zapraw
28. PN-C-84127:1075 Chlorek wapniowy techniczny
29. PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe - Roboty ziemne - Wymagania i badania

Procedury Badawcze IBDiM

1. PB/TW2-110:2019 Oznaczenia środowiskowe i chemiczne dla kruszyw do zastosowania w budownictwie komunikacyjnym
2. PB/TW-2/160:2022 Przeliczanie wyników badań frakcyjnych dla kruszyw
3. RID 06, zał. nr 9.4.3, p. 4 Zalecenia bezpiecznego stosowania destruktu asfaltowego ze smołą w warstwach wykonanych w technologii mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych MCE, Projekt realizowany w ramach Wspólnego Przedsięwzięcia RID, pod kierownictwem prof. dr hab. inż. Dariusza Sybilskiego, finansowany ze środków NCBiR oraz GDDKiA, pt.: „Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu”

Przepisy i inne dokumenty

1. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich

usytuowanie (Dz. U. z 2016 r. poz. 124, z późn. zm.)
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie krajowych ocen technicznych (Dz.U. 2016 poz. 1968)
3. WT-4 2010 Wymagania Techniczne. Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych
4. KTKNPiP, 2014 Katalog Typowych Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych, Załącznik do zarządzenia Nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.
5. KPRNPP, 2013 Katalog Przebudów i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Załącznik C: Badanie obecności smoły w nawierzchni, Warszawa, sierpień 2013
6. WR-D-63 Katalog typowych konstrukcji nawierzchni jezdni przeznaczonych do ruchu lekkiego oraz innych elementów dróg, Wersja 01-2022.07.18, Ministerstwo Infrastruktury, Departament Dróg Publicznych, Warszawa
7. D-04.10.01 v01 Podbudowa z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej. Warunki wykonania i odbioru robót budowlanych (dokument wzorcowy), Departament Technologii Budowy Dróg GDDKiA we współpracy z Laboratoriami Drogowymi GDDKiA, Warszawa Maj 2022
8. D-04.02.02 v03 Warstwa mrozoochronna/odsączająca. Warunki wykonania i odbioru robót budowlanych (dokument wzorcowy), Departament Technologii Budowy Dróg GDDKiA we współpracy z Laboratoriami Drogowymi GDDKiA, Warszawa18.02.2021 r.
9. WT-4 2025 Wymagania Techniczne. Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych

Załączniki

Załącznik nr 1: Protokół pobrania próbek wg normy PN-EN 932-1:1999

Załącznik nr 2: Aneks do protokółu pobrania próbek wg normy PN-EN 932-1:1999 do badań przydatności komunikacyjnej kruszywa

Załącznik nr 3: Procedura Badawcza IBDiM Nr PB/TW2-110:2019 Oznaczenia środowiskowe i chemiczne dla kruszyw do zastosowania w budownictwie komunikacyjnym

Załącznik nr 4: Procedura Badawcza IBDiM Nr PB/TW-2/160:2022 Przeliczanie wyników badań frakcyjnych kruszyw

ZAŁĄCZNIK Nr 1: **Protokół pobrania próbek wg normy PN-EN 932-1:1999**

Identyfikacja placówki pobierającej próbkę:	**Protokół pobrania próbek wg PN-EN 932-1:1999**	Protokół nr
Data podpisania protokołu**:**		
Zlecający badania:		
Producent kruszywa:		
Znak identyfikacyjny próbki laboratoryjnej:		
Frakcja kruszywa ..../..... mm		

OPIS POBRANEGO KRUSZYWA

Data i miejscowość: ..... r. w .....
Nazwa złoża, wyrobiska, kamieniołomu lub zakładu produkcyjnego:
Typ kruszywa: naturalny, sztuczny, z recyklingu przemysłowego, inny (podać specyfikę):
Górny wymiar ziarna: D=..... mm
Charakterystyka partii: składowisko/silos/ wagon kolejowy/samochód /taśmociąg/inne
Przeznaczenie kruszywa (cel badania):
Lokalizacja punktów opróbkowania: ..... próbek pierwotnych
Identyfikacja partii:
Składniki wyrobu i udziały
Wielkość partii: ..... Mg
Inne uwagi (np. ostrzeżenie, jeśli to właściwe):

OPIS METODY POBIERANIA PRÓBEK

Data i czas pobierania próbki: ..... r. godz. .....
Przywołanie zastosowanego planu pobierania próbek: wg PN-EN 932-1:1999
Warunki pogodowe podczas pobierania: .....
ZASTOSOWANA PROCEDURA POBIERANIA (wpisz rozdział normy)
8.2 - ze stacjonarnych przenośników taśmowych,
8.3 - z taśmy i rynny zsypowej,
8.4 - z transportu pneumatycznego (by-pass)
8.5 - przy opakowanych: worki, pojemniki, małe kontenery
8.6 - z przenośników kubełkowych, ładowarek jednonaczyniowych lub chwytaków,
8.7 - ze zbiorników:
8.8 - ze składowisk - rodzaj składowiska – płaskie, stożkowe: - liczba punktów: - czy uwzględniono kształt składowiska: - czy uwzględniono segregację wewnętrzną i zewnętrzną: - pobrano: łopatą, czerpakiem lub chwytakiem:
8.9 – z wagonów kolejowych, wywrotek i barek
Sposób pobrania próbki – ręczny, przy wykorzystaniu ładowarki, inny
Masa próbek pierwotnych: ..... Mg
Liczba próbek pierwotnych: ..... szt.
Inne uwagi:
Metoda pomniejszania próbek:
Rodzaj opakowania:
Transport:
Pobierający próbki:
Uwagi:
Spis i podpisy pobierających:

Imię i nazwisko	Skrót firmy - Funkcja	Podpis

ZAŁĄCZNIK Nr 2: Aneks do protokółu pobrania próbek wg normy PN-EN 932-1:1999

Aneks do protokółu pobrania próbek wg normy PN-EN 932-1:1999 z dnia ……..... Do protokółu pobrania próbek numer ……..…… z dnia …….……..… Oznaczenie lub nazwa próbki …….…... Miejsce produkcji kruszywa ……..…..…..			
Próbka kruszywa zawiera następujące składniki:			
Nr składnika	Grupa składników	Nazwa składnika	Procentowy udział składnika w próbce z ewentualną tolerancją
1.	Składniki podstawowe	-	
2.		-	
3.		-	
4.		-	
5.	Składniki uzupełniające:	-	
6.		-	
7.		-	
8.		-	
9.		-	
10.		-	
Suma procentowych udziałów składników w próbce:			100
Uwagi:			
Pobierający próbki i określający składniki z ramienia Zleceniodawcy badań przydatności komunikacyjnej kruszywa:			
Imię i nazwisko		Skrót firmy - Funkcja	Podpis
1. Rodzaj składników dotyczy mieszanych kruszyw wieloskładnikowych.			

KONIEC

ZAŁĄCZNIK Nr 3: Procedura Badawcza IBDiM Nr PB/TW2-110:2019

Oznaczenia środowiskowe i chemiczne dla kruszyw do zastosowania w budownictwie komunikacyjnym

1. Przedmiot procedury

Przedmiotem procedury jest kruszywo. Procedura zamieszczona poniżej odnosi się do dokumentu odniesienia, który miał zastosowanie na etapie badania przydatności komunikacyjnej w celu wydania Krajowej Oceny Technicznej oraz stanowiących integralną część Krajowej Oceny Technicznej.

2. Cel procedury

Celem niniejszej procedury jest ustalenie metod badań wartości zanieczyszczeń i badań chemicznych dla różnych możliwych warunków przygotowania próbek wg dokumentu odniesienia w oznaczeniach środowiskowych i chemicznych.

Procedura nie dotyczy:

- odpadów,
- kruszyw klasyfikowanych do betonu cementowego i mieszanek mineralno-asfaltowych.

3. Zakres badań

3.1. Zanieczyszczenia

Rodzaje zanieczyszczeń określają dokument odniesienia i poniższe określenia.

Podstawowy rodzaj zanieczyszczeń dla typowych kruszyw naturalnych, sztucznych i z recyklingu gruzu zawiera norma PN-93/G-11010.

W przypadku typowych kruszyw uzyskanych surowców odpadowych podstawowy zakres rodzaju możliwych zanieczyszczeń obejmuje: chlorki, siarczany, sód, potas, cynk, kadm, miedź, nikiel, ołów, chrom ogólny, cyjanki wolne, siarczki, odczyn pH, bar, arsen, antymon, żelazo.

3.2. Badania chemiczne - wartości zanieczyszczeń w wyciągu wodnym, które mają wpływ na miejsce przeznaczenia przedmiotu badań:

- oddziaływanie przy bezpośrednim kontakcie przewodami i rurociągami w celu przeciwdziałania korozji- odczyn pH, ewentualnie przewodność elektryczną właściwa, lub inne wg dokumentu odniesienia,
- oddziaływanie na beton – siarczany,
- inne oddziaływania w zależności od wyrobu budowlanego i jego zastosowania są określane w dokumencie odniesienia.

4. Powołania normatywne

- PN-EN 932-2 Badania podstawowych właściwości kruszyw - Metody pomniejszania próbek laboratoryjnych
- PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania
- PN-93/G-11010 Górnictwo - Materiały do podsadzki hydraulicznej – Wymagania i badania
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej I Żeglugi Śródlądowej z dnia 15 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych (Dz. U. poz. 1311 ze zmianami) zwane dalej rozporządzeniem
- PN-EN 12457-4 Charakteryzowanie odpadów - Wymywanie - Badanie zgodności w odniesieniu do wymywania ziarnistych materiałów odpadowych i osadów - Część 4: Jednostopniowe badanie porcjowe przy stosunku cieczy do fazy stałej 10 l/kg w przypadku materiałów o wielkości cząstek poniżej 10 mm (bez redukcji lub z redukcją wielkości)

5. Identyfikacja przedmiotu badań i Procedury Badawczej

a) wg pkt. 9,:
b) rozporządzenie,
c) zakres badań wg dokumentu odniesienia i przyporządkowane metody badań wg rozporządzenia.

6. Przygotowanie i oznakowanie próbki do badań

d) oznaczenie przygotowania próbki do badań – z uwagi na wielkość ziarn lub kawałków:
   - N(d/D) - naturalna,
   - P(d/d_0/D) - przesiew do wielkości ziarna d_0,
   - PR(d/d_0/D) - przesiew do wielkości ziarna d_0 wraz z rozdrobnionym odsiewem powyżej d_0,
   - W(d/d_i/d_j/D) – wydzielona frakcja d_i/d_j z kruszywa d//D.

e) oznaczenie przygotowania próbki do badań – z uwagi na postać próbki:
   - B - bez rozdrobnienia;
   - P5 - po 5 krotnym zagęszczeniu w aparacie Proctora,
   - CBRx -po badaniu wskaźnika nośności po x dobach nasączaniu w wodzie,
   - R - po badaniu wytrzymałości na ściskanie po x dniach dojrzewania.

Przed badaniami wartości zanieczyszczeń lub badaniami chemicznymi należy określić lub ustalić powyższe dane identyfikacji przedmiotu badań.

Masa próbki surowca do badań powinna wynosić 5 kg, w uzasadnionych przypadkach 2 kg.

Masa próbki do badań powinna być zgodna z normą PN-EN 12457-4.

7. Metody badania

Przed przystąpieniem do badań należy określić zakres badań wg dokumentu odniesienia i przyporządkowane metody badań wg rozporządzenia (punkt 3).

Wymywanie wg PN-EN 12457-4 lub wg dokumentu odniesienia.

8. Badania i ocena wyników badania

Badania należy przeprowadzić w kompetentnym laboratorium posiadającym akredytację PCA w zakresie przedmiotowych badań. Ocena wyników badania wg dokumentu odniesienia.

9. Zapisy

Sprawozdanie z badań powinno zawierać:

- identyfikację przedmiotu badań i Procedury Badawczej:

a) rodzaj i numer dokumentu odniesienia IBDiM,
b) nazwa techniczna kruszywa,
c) nazwę handlową kruszywa,
d) typ (odmiana) kruszywa,
e) pochodzenie kruszywa,
f) skład lub składniki kruszywa wg protokółu pobrania próbek,
g) numer i tytuł danej procedury.

- identyfikację zlecenia i zleceniodawcy:

a) numer zlecenia i numer umowy,
b) nazwa i adres zleceniodawcy,
c) nazwa i adres producenta.

- oznakowanie przygotowania próbki do badań – punkt 6., podpunkty d) oraz e),
- masę próbki do badań,
- zakres badań wg dokumentu odniesienia i wyniki badań,
- opis innych czynników które mogły mieć wpływ na wynik badań, w szczególności czynniki nie opisane w niniejszej procedurze,
- laboratorium wykonujące badanie, *data, podpis.*

ZAŁĄCZNIK Nr 4: **Procedura Badawcza IBDiM Nr PB/TW-2/160:2022**
Przeliczanie wyników badań frakcyjnych dla kruszyw

1. Zakres stosowania

Sposób przeliczania wyników badań stosuje się dla kruszyw wielofrakcyjnych lub mieszanek kruszyw obejmujących badania kruszyw zawarte w tych WT-RMIX i wymienione poniżej wraz z oznaczeniem ujętym w nawiasie i normy badawczej:

- uziarnienie ($f(d_i)$) wg PN-EN 933-1,
- zawartość składników (s_{ij}), w tym zanieczyszczenia (*dM, dO*) wg Procedury Badawczej IBDiM Nr PB/TW-2 /66:2019,
- zawartość wody (w_n) wg PN-EN 1097-5:2008,
- gęstość objętościową (ρ_a, ρ_{rd}, ρ_{ssd}) i nasiąkliwość (WA_{24}) wg PN-EN 1097-6,
- stratę prażenia w temperaturze 480°C (*LOI*)wg PN-EN 1744-1,
- kształt (*SI*) wg PN-EN 933-4:2008,
- odporność na rozdrabnianie metodą Los Angeles (*LA*) wg PN-EN 1097-2,
- mrozoodporność (*F*) wg PN-EN 1367-1,
- mrozoodporność w obecności soli (F_{NaCl}) wg PN-EN 1367-6,
- wartości zanieczyszczeń w wyciągu wodnym (Q_l) przy różnicy stężenia jonów wodorowych składników ≤ 5 pH wg P. B. IBDiM Nr IBDiM-TW-2-110:2019 oraz wg PN-EN 12457-4:2009,
- zawartość WWA(15) ($\sum 15WWA$) przy różnicy stężenia jonów wodorowych składników ≤ 5 pH wg PN-EN ISO 17993:2005.

Sposób przeliczania wyników badań nie dotyczy badań optymalizacyjnych wymienionych poniżej:

- maksymalna zmiana uziarnienia (stabilność uziarnienia) (Z_{max}) wg PN-EN 933-1: 2012,
- stabilność nośności po zagęszczeniu metodą normalną Proctora wg PN-EN 13286-2:2010 z obciążeniem,
- maksymalna gęstość szkieletu ziarnowego ($\rho_{d\,max}$) i optymalna zawartość wody (w_{opt}) wg PN-EN 13286-2:2010.

2. Zasada metody

Przeliczanie wyników dotyczy obliczania wyniku badania kruszywa na podstawie przeprowadzonych badań dla frakcji o określonych udziałach w kruszywie albo/lub mieszanki kruszyw na podstawie wyników badań dla kruszyw stanowiących składniki o określonych udziałach w mieszance.

2. Wybór frakcji do badań

Udziały dla badanych frakcji f_i określonych w danej metodzie badań uzyskuje się na podstawie badania uziarnienia wg PN-EN 933-1 lub wg Procedury Badawczej IBDiM Nr PB/TW-2/122a. W przypadku kruszyw wieloskładnikowych są to udziały składników w kruszywie (K), które oznacza się również literą f_i.

W przypadku kruszyw jednoskładnikowych lub wieloskładnikowych niektóre frakcje mogą charakteryzować się zbyt małym udziałem w kruszywie, również z uwagi na ilość dostarczonej próbki do badań, nie pozwalającym na przygotowanie próbek frakcji badawczych określonych w metodach badań. W związku z tym:

- przy zestawie podstawowym sit (*F*, F_{NaCl}) można nie badać frakcji o udziale poniżej 10%, z tym, że masa wyeliminowanych frakcji z badań kruszywa nie może przekroczyć 15%.
- przy zestawie podstawowym sit plus zestaw 1 lub 2 (*LA*) lub przy zestawie grupowym sit (ρ_a, ρ_{rd}, ρ_{ssd}, WA_{24}), jeśli udział frakcji jest mniejszy niż 5% można je pominąć przy tym badaniu.

3. Wynik obliczania

Dla określonej metody badań z zakresu badań ($f(d_i)$, s_{ij}, WA_{24}, *dM, dO, LOI, LA, F,* F_{NaCl}, *SS,* Q_l *lub* $\sum 15WWA$) wyniki badań b_i dla badanych frakcji w kruszywie wielofrakcyjnym lub składników w kruszywie wieloskładnikowym o udziałach f_i można

obliczyć wynik B jako średnią ważoną wg wzoru:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^{s} f_i \cdot b_i}{\sum_{i=1}^{s} f_i} \quad (1)$$

gdzie:

s – liczba zbadanych frakcji w próbce kruszywa lub liczba składników w kruszywie,

b_i – wynik badania dla i-tej frakcji w kruszywie wielofrakcyjnym lub składnika w kruszywie wieloskładnikowym,

f_i – procentowy udział poszczególnych zbadanych frakcji w próbce kruszywa lub udział składników w kruszywie.

Dla metody badań z zakresu (ρ_a, ρ_{rd}, ρ_{ssd}) wyniki badań b_i dla badanych frakcji w kruszywie wielofrakcyjnym lub składników w kruszywie wieloskładnikowym o udziałach f_i można obliczyć wynik B jako średnią harmoniczną wg wzoru:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^{s} f_i}{\sum_{i=1}^{s} f_i / b_i} \quad (2)$$

gdzie:

s – liczba zbadanych frakcji w próbce kruszywa lub liczba składników w kruszywie,

b_i – wynik badania dla i-tej frakcji w kruszywie wielofrakcyjnym lub składnika w kruszywie wieloskładnikowym,

f_i – procentowy udział poszczególnych zbadanych frakcji w próbce kruszywa lub udział składników w kruszywie.

4. Dokumenty powołane

Zawarte w tych WT-RMIX w Bibliografii.