

## D.05.03.04 NAWIERZCHNIA Z BETONU CEMENTOWEGO

### 1. WSTĘP

#### 1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonywaniem nawierzchni z betonu cementowego.

#### 1.2. Zakres stosowania ST

Szczegółowa specyfikacja techniczna (ST) stanowi dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót z punktu 1.1.

#### 1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem nawierzchni z betonu cementowego C30/37.

Nawierzchnie betonowe wykonuje się z betonu odpowiadającego klasie od C16/20 do C50, zgodnie z normą PN-EN 206-1:2003 [25].

#### 1.4. Określenia podstawowe

**Beton** - materiał powstały ze zmieszania cementu, kruszywa drobnego i grubego, wody oraz ewentualnych domieszek i dodatków, który uzyskuje swoje właściwości w wyniku hydratacji.

**Mieszanka betonowa** - w pełni wymieszany beton, który jest jeszcze w stanie umożliwiającym jego zagęszczenie wybrana metodą.

**Beton stwardniały** - beton, który jest w stanie stałym i który osiągnął pewną wytrzymałość.

**Beton zwykły** - beton o gęstości w stanie suchym większej niż 2000 kg/m<sup>3</sup>, ale nie przekraczającej 2600 kg/m<sup>3</sup>.

**Beton projektowany** (o ustalonych właściwościach) - beton, którego wymagane właściwości i dodatkowe cechy są podane producentowi odpowiedzialnemu za dostarczenie betonu zgodnego z wymaganymi właściwościami i dodatkowymi cechami.

**Beton recepturowy** (o ustalonym składzie) - beton, którego skład i składniki, jakie powinny być użyte, są podane producentowi odpowiedzialnemu za dostarczenie betonu o tak określonym składzie.

**Klasa wytrzymałości betonu na ściskanie** - określona jest na podstawie wytrzymałości charakterystycznej na ściskanie w 28 dniu dojrzewania i oznaczana symbolem np. C35/45, w tym:

- liczba „35” oznacza wytrzymałość charakterystyczną określoną na próbkach walcowych o średnicy 150 mm i wysokości 300 mm (f<sub>ck</sub>, cyl),

- liczba „45” oznacza wytrzymałość charakterystyczną określoną na próbkach sześciennych o boku 150 mm (f<sub>ck</sub>, cube).

**Beton napowietrzony** - beton zawierający mikroskopijne pęcherzyki powietrza o średnicy od 10 µm do 300 µm oraz o kształcie sferycznym lub zbliżonym do sferycznego, celowo wprowadzone do betonu podczas mieszania, z reguły przez zastosowanie środka powierzchniowo czynnego, o właściwej ilości i rozkładzie porów A300 i zawartości powietrza A.

**Beton zbrojony włóknami** (fibrobeton, FRC - Fibre Reinforced Concrete) - beton zawierający włókna polimerowe klasy II (makro włókna) wg PN-EN 14889-2. Użycie włókien ma charakter stosowania konstrukcyjnego, a więc ma wpływ na nośność elementu betonowego.

**Beton nawierzchniowy** - beton napowietrzony o określonej wytrzymałości na ściskanie, rozciąganiu przy zginaniu oraz mrozoodporności, wbudowany w nawierzchnię.

**Domieszka** - składnik dodawany podczas procesu mieszania betonu w małych ilościach w stosunku do masy cementu w celu modyfikacji właściwości mieszanki betonowej lub betonu stwardniałego.

**Domieszka napowietrzająca** - domieszka umożliwiająca wprowadzenie podczas mieszania określonej ilości drobnych, równomiernie rozmieszczonych pęcherzyków powietrza, które pozostają w betonie stwardniałym.

**Domieszka uplastyczniająca** - domieszka, która umożliwia zmniejszenie zawartości wody w danej mieszance betonowej bez wpływu na jej konsystencję lub która bez zmniejszania ilości wody powoduje zwiększenie opadu stożka/rozplywu lub wywołuje oba te efekty jednocześnie.

**Domieszka upłynniająca** - domieszka, która umożliwia znaczne zmniejszenie zawartości wody w danej mieszance betonowej bez wpływu na jej konsystencję lub która bez zmniejszania ilości wody powoduje znaczne zwiększenie opadu stożka/rozplywu lub wywołuje oba te efekty jednocześnie.

**Domieszka opóźniająca wiązanie** - domieszka która przedłuża czas do rozpoczęcia przechodzenia mieszanki ze stanu plastycznego w stan sztywny.

**Preparat opóźniający hydratację cementu** - preparat chemiczny наносzony metodą natrysku na świeżo ułożoną nawierzchnię, opóźniający wiązanie zaprawy w celu uzyskania wymaganej makrotekstury metodą usuwania zaprawy (odsłonięcia kruszywa). Zabezpiecza również wykonaną nawierzchnię przed nadmiernym odparowaniem wody do czasu usunięcia zaprawy.

**Preparat pielęgnacyjny** - środek chemiczny наносzony metodą natrysku na powierzchnię po wykonaniu makrotekstury (uszerstnienia) w celu zabezpieczenia nawierzchni przed nadmiernym odparowaniem wody.

**Szczelina skurczowa poprzeczna (pozorna)** - szczelina na pełnej grubości płyty, powstająca na skutek nacięcia (określonych wymiarów) powierzchni płyty piłą tarczową.

**Szczelina konstrukcyjna (poprzeczna)** - szczelina na pełnej grubości płyty, powstaje na zakończenie każdej działki roboczej lub przy zatrzymaniu maszyny na okres dłuższy niż czas wiązania cementu.

**Szczelina skurczowa podłużna (pozorna)** - szczelina na pełnej grubości płyty, powstająca na skutek nacięcia (określonych wymiarów) powierzchni płyty piłą tarczową.

**Masa zalewowa na gorąco** - mieszanina modyfikowanych asfaltów oraz specjalnych dodatków, przeznaczona do wypełniania szczelin nawierzchni na gorąco, spełniająca wymagania PN-EN 14188-2, posiadająca wymagane dokumenty dopuszczające ją do stosowania w tym zakresie.

**Masa zalewowa na zimno** - mieszanina żywic syntetycznych i dodatków zapewniająca wieloletnią trwałość wypełnienia, spełniająca wymagania PN-EN 14188-2, posiadająca wymagane dokumenty dopuszczające ją do stosowania w tym zakresie.

**Dybel** - powleczony powłoką polimerową gładki, stalowy pręt, umieszczony pomiędzy sąsiednimi płytami (pod szczelinami poprzecznymi), jako połączenie płyt w nawierzchni betonowej, stosowany w celu poprawienia przenoszenia obciążenia i współpracy płyt oraz uniknięcia powstawania uskoków.

**Kotwa (ściąg)** - stalowy pręt ze stali żebrowanej służący do połączenia płyt pod szczelinami podłużnymi w nawierzchni betonowej.

**Gruntownik, primer** - roztwór gruntujący, składający się ze specjalnych substancji наносzonych na boczne ścianki szczeliny w celu zwiększenia przyczepności zalewy do tych ścianek.

**Wkładka uszczelniająca** - stosowany do wypełnienia szczelin poprzecznych, wytłaczany (prefabrykowany) i wulkanizowany gumowy sprężysty profil, który wypełnia szczelinę i zabezpiecza przed wnikaniem wody, spełniający wymagania PN-EN 14188-3, posiadający wymagane dokumenty dopuszczające go do stosowania w tym zakresie.

**Wkładka zmniejszająca głębokość szczeliny** - wkładka z materiałów syntetycznych lub innych o walcowatym kształcie do uszczelnienia i uzyskania podparcia na odpowiednim poziomie dla masy zalewowej, a także wyeliminowania możliwości trójplaszczynowej przyczepności zalewy w wykonanej szczelinie.

**Warstwa poślizgowa** - warstwa znajdująca się między podbudową a warstwą nawierzchni betonowej, pełniąc funkcję drenażową i separacyjną oraz zabezpieczającą przed erozją podbudowy związanej hydraulicznie.

**Podbudowa** - część konstrukcyjna nawierzchni, której celem jest przenoszenie na podłoże obciążeń spowodowanych ruchem, może składać się z warstwy zasadniczej i pomocniczej.

**Reaktywność kruszywa** - podatność pewnych rodzajów kruszyw, zawierających w składzie mineralnym reaktywną krzemionkę lub węglany, na reakcję z wodorotlenkami sodu i potasu występującymi w cieczy porowej betonu.

**Warstwa nawierzchniowa** - wierzchnia warstwa konstrukcji nawierzchni poddana bezpośredniemu oddziaływaniu ruchu i czynników atmosferycznych. Stanowi ją płyta betonowa, która w zależności od kategorii ruchu może być: niedyblowana, dyblowana i kotwiona lub zbrojona.

Może być układana w następujących wariantach:

- w pojedynczej warstwie - bez zbrojenia (JWN),
- w pojedynczej warstwie ze zbrojeniem ciągłym (NBZC),
- w podwójnej warstwie, obie warstwy z tej samej mieszanki (PWN),
- w podwójnej warstwie, każda warstwa z innej mieszanki:

☐ górna warstwa nawierzchni oznaczona jako (GWN),

☐ dolna warstwa nawierzchni oznaczona jako (DWN).

**Tekstura nawierzchni** - oznacza sposób wykończenia powierzchni betonu celem nadania jej optymalnej makrotekstury z uwagi na wymagane właściwości przeciwpoślizgowe, równość porzeczną i podłużną i właściwości akustyczne, które osiąga się następującymi metodami:

- ☐ ciągnięcia sztucznej trawy po świeżo ułożonej nawierzchni w kierunku podłużnym (równo-ległym do osi jezdni);
- ☐ przecierania świeżo ułożonej mieszanki betonowej stalową szczotką (w kierunku prostopadłym do osi jezdni);

- opóźnienia hydratacji cementu środkami chemicznymi a następnie usunięcia niezwiązanej zaprawy cementowej szczotką mechaniczną lub wodą pod ciśnieniem w celu odsłonięcia gruboziarnistego kruszywa;
- szlifowania i nacinania powierzchni płyty betonowej tarczami diamentowymi w kierunku podłużnym (równoległym do osi jezdni), tzw. technologia NGCS (Next Generation Concrete Surfaces) lub G&G (Grinding & Grooving)

**Nawierzchnia „z odkrytym kruszywem”** - wykończenie nawierzchni uzyskiwane przez usunięcie niezwiązanej zaprawy cementowej i odsłonięcie kruszywa grubego.

**Klasa ekspozycji** - klasyfikacja chemicznych i fizycznych warunków środowiska, na działanie których może być narażony beton.

**Kategoria środowiska** - klasyfikacja środowiska w odniesieniu do możliwości wystąpienia w betonie zagrożenia destrukcyjną reakcją alkalia-kruszywa AAR.

**Klasa obiektu** - klasyfikacja konstrukcji budowlanych i inżynierskich w odniesieniu do wagi konsekwencji wystąpienia reakcji alkalia-kruszywa w betonie, uzależniona od znaczenia danego obiektu budowlanego, projektowanego czasu użytkowania i oczekiwanego poziomu niezawodności; klasa obiektu jest związana z konsekwencjami ekonomicznymi, społecznymi i środowiskowymi wystąpienia uszkodzeń AAR.

**Dylatacje asfaltowe** - kruszywo zalewane masą asfaltową i zagęszczane warstwami. Stosowane są do połączenia nawierzchni betonowej z nawierzchnią asfaltową.

**Pozostałe określenia** podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami aktualnymi na dzień wydania OST oraz z definicjami podanymi w OST D-M-00 „Wymagania ogólne” pkt 1.4.

### 1.5. Skróty i symbole

ASR reakcja alkalia - krzemionka

C klasa wytrzymałości na ściskanie betonu zwykłego i betonu ciężkiego

CC klasa wytrzymałości na ściskanie betonu na próbkach odwierconych

E2 kategoria środowiskowa obejmująca oddziaływanie wysokiej wilgotności środowiska bez oddziaływania agresywnych czynników zewnętrznych.

E3 kategoria środowiskowa obejmująca jednocześnie oddziaływanie wysokiej wilgotności środowiska, obciążenia dynamicznego o charakterze zmęczeniowym oraz dodatkowych agresywnych czynników środowiskowych, jak cykliczne zamrażanie i rozmrażanie, sole odladzające, przedłużone oddziaływanie podwyższonej temperatury.

S klasa wytrzymałości betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu

S1-S4 klasa obiektu na podstawie wagi konsekwencji wystąpienia reakcji AAR zgodnie z AASHTO R 80-17.

S.C. klasa wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu na próbkach odwierconych

F klasa wytrzymałości betonu na zginanie

XF klasy ekspozycji betonu z uwagi na oddziaływanie przemiennego zamrażania i rozmrażania

XA klasy ekspozycji betonu z uwagi na agresję chemiczną

R0 kategoria 0 reaktywności kruszywa (kruszywo niereaktywne)

R1 kategoria 1 reaktywności kruszywa (kruszywo umiarkowanie reaktywne)

R2 kategoria 2 reaktywności kruszywa (kruszywo silnie reaktywne)

R3 kategoria 3 reaktywności kruszywa (kruszywo bardzo silne reaktywne)

NGCS nawierzchnie betonowe nowej generacji

G&G podłużne szlifowanie i nacinanie nawierzchni

MTD średnia głębokość tekstury (Mean Texture Depth), otrzymana za pomocą metody objętościowej wg PN-EN 13036-1.

Pozostałe definicje, symbole i skróty zamieszczone są w normie PN-EN 206.

### 1.6. Ogólne wymagania dotyczące robót

Szczegółowe wymagania dotyczące robót podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

## **2. MATERIAŁY**

### **2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, podano w ST D-M-00 „Wymagania ogólne” pkt.2.

Wszystkie materiały przeznaczone do wbudowania, podlegają zatwierdzeniu przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru i muszą posiadać odpowiednie dokumenty.

Przy wyborze materiałów do wbudowania, należy uwzględnić zapisy podane w Tabeli 1 w stosunku do danej klasy obiektu S1-S4.

**Tabela 1. Klasyfikacja konstrukcji budowlanych i inżynierskich w odniesieniu do wagi konsekwencji wystąpienia reakcji alkalia-kruszywa AAR w betonie zgodnie z AASHTO R 80-17.**

Klasa obiektu	Konsekwencje AAR	Możliwość akceptacji AAR	Wybrane przykłady obiektów budowlanych
1	2	3	4
S1	Pomijalne konsekwencje ekonomiczne, środowiskowe lub dla bezpieczeństwa ruchu	Pewne uszkodzenia wskutek AAR można tolerować	- nienośne elementy konstrukcji wewnątrz budynków, - konstrukcje tymczasowe, np. na mniej niż 5 lat
S2	Nieznaczące konsekwencje ekonomiczne, środowiskowe lub dla bezpieczeństwa ruchu w przypadku znacznych uszkodzeń	Akceptowalne umiarkowane ryzyko uszkodzeń wskutek AAR	- chodniki, krawężniki, ścieki - okres eksploatacji konstrukcji mniej niż 40 lat
S3	Znaczące konsekwencje ekonomiczne, środowiskowe lub dla bezpieczeństwa ruchu nawet w przypadku niewielkich uszkodzeń	Akceptowalne niewielkie ryzyko uszkodzeń wskutek AAR	- nawierzchnie dróg - ściany oporowe, fundamenty - bariery autostradowe - małe mosty na drogach lokalnych - okres eksploatacji konstrukcji zazwyczaj od 40 do 75 lat
S4	Bardzo poważne konsekwencje ekonomiczne, środowiskowe lub dla bezpieczeństwa ruchu nawet w przypadku niewielkich uszkodzeń	Nietolerowane żadne ryzyko uszkodzeń wskutek AAR	- główne mosty, tunele - nawierzchnie dróg wysokiej jakości <sup>*)</sup> - obiekty energetyki jądrowej - zapory wodne - niewrażliwe elementy konstrukcji bardzo trudne do wymiany lub naprawy - okres eksploatacji konstrukcji zazwyczaj powyżej 75 lat

*\*) nawierzchnie dróg na strategicznie ważnych odcinkach sieci transportowej, zwłaszcza transeuropejskiej sieci transportowej zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady Europejskiej (UE) Nr 1315/2013/UE z dnia 11 grudnia 2013.*

Klasyfikacja obiektu i środowiska wpływająca na selekcję materiałów.

Sklasyfikowane oddziaływania środowiska na beton nawierzchniowy określa Tabela 2.

**Tabela 2. Środowisko betonu nawierzchniowego**

Lp.	Warstwa betonu nawierzchniowego	Klasa ekspozycji wg: PN-EN 206	Kategoria środowiskowa wg CEN/TR 16349
1	2	3	4
1	górna	XF4, XM2	E3
2	dolna	XF4	E3

## 2.2. Cement

Zgodność cementu z określoną normą należy wykazać Deklaracją Właściwości Użytkowych lub Krajową Deklaracją Właściwości Użytkowych wydaną przez Producenta Cementu. Każdy cement powinien być oznaczony zgodnie z normą PN-EN-197-1 przy spełnieniu dodatkowych wymagań udokumentowanych przez producenta cementu, z wyjątkiem cementów specjalnych wymienionych w pkt 2.2.1, dla których oznaczenie powinno być zgodne z PN-B-19707.

Cement powinien zostać dobrany zgodnie z PN-EN 206 oraz poniższymi Tabelami 3 i 4.

Należy stosować cementy klasy wytrzymałości 32,5 lub 42,5 o normalnej wczesnej wytrzymałości N lub wysokiej wczesnej wytrzymałości R. Do betonu dolnej i górnej warstwy należy stosować ten sam rodzaj i klasę cementu.

**Tabela 3. Cementy do betonowych nawierzchni drogowych w kategoriach ruchu od KR5 do KR7, kategoria środowiska E3**

Rodzaje nawierzchni	Rodzaj cementu	Wymagania normowe	Wymagania dodatkowe
1	2	3	4
<p>Nawierzchnia dwuwarstwowa, gdy górna i dolna warstwa są z różnych mieszanek, a górna warstwa jest z kruszywem odkrytym.</p> <p>Nawierzchnia dwuwarstwowa gdy górna i dolna warstwa są z tej samej mieszanki.</p> <p>Nawierzchnia jednowarstwowa.</p>	<p>Cement portlandzki:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CEM I 32,5 R</li> <li>- CEM I 32,5 N</li> </ul>	PN-EN 197-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• początek wiązania wg PN-EN 196-3: <math>\geq 120</math> minut</li> <li>• stopień zmielenia wg PN-EN 196-6 : <math>\leq 3500 \text{ cm}^2/\text{g}</math></li> <li>• zawartość alkaliów<sup>3</sup> jako <math>\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%</math></li> </ul>
	<p>Cement portlandzki :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CEM I 42,5 R</li> <li>- CEM I 42,5 N</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• początek wiązania wg PN-EN 196-3: <math>\geq 90</math> minut</li> <li>• stopień zmielenia wg PN-EN 196-6 : <math>\leq 3800 \text{ cm}^2/\text{g}</math></li> <li>• zawartość alkaliów<sup>3</sup> jako <math>\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%</math></li> </ul>
	<p>Cement portlandzki żuźlowy</p> <p>CEM II/A-S</p>	PN-EN 197-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• początek wiązania wg PN-EN 196-3: <math>\geq 120</math> minut</li> <li>• zawartość alkaliów<sup>3</sup> jako <math>\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%</math></li> </ul>
	<p>Cement portlandzki żuźlowy</p> <p>CEM II/B-S</p>	PN-EN 197-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• początek wiązania wg PN-EN 196-3: <math>\geq 120</math> minut</li> <li>• zawartość alkaliów<sup>3</sup> jako <math>\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%</math></li> </ul>

**Tabela 4. Cementy do betonowych nawierzchni drogowych w kategoriach ruchu od KR1 do KR4, kategoria środowiska E3**

Rodzaje nawierzchni	Rodzaj cementu	Wymagania normowe	Wymagania dodatkowe	Kategorie ruchu
1	2	3	4	5
Nawierzchnia dwuwarstwowa, gdy górna i dolna warstwa są z tej samej mieszanki.	Cement portlandzki: - CEM I 32,5 R - CEM I 32,5 N	PN-EN 197-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>początek wiązania wg PN-EN 196-3: <math>\geq 120</math> minut</li> <li>stopień zmielenia wg PN-EN 196-6: <math>\leq 3500\text{cm}^2/\text{g}</math></li> <li>zawartość alkaliów<sup>3</sup> jako <math>\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%</math></li> </ul>	KR1+ KR4
	Cement portlandzki: - CEM I 42,5 R - CEM I 42,5 N		<ul style="list-style-type: none"> <li>początek wiązania wg PN-EN 196-3: <math>\geq 90</math> minut</li> <li>stopień zmielenia wg PN-EN 196-6: <math>\leq 3800\text{cm}^2/\text{g}</math></li> <li>zawartość alkaliów<sup>3</sup> jako <math>\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%</math></li> </ul>	
	Cement portlandzki żuźlowy: CEM II/A-S	PN-EN 197-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>zawartość alkaliów<sup>3</sup> jako <math>\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%</math></li> </ul>	KR1+KR4
	Cement portlandzki wapienny: CEM II/A-LL			KR1+ KR3
Nawierzchnia jednowarstwowa.	Cement portlandzki popiołowy: CEM II/A-V <sup>1</sup>	PN-EN 197-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>zawartość alkaliów<sup>3</sup> jako <math>\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 1,20\%</math></li> </ul>	KR1+ KR3
	Cement portlandzki żuźlowy CEM II/B-S	PN-EN 197-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>zawartość alkaliów<sup>3</sup> jako <math>\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,90\%</math></li> </ul>	KR1+ KR4
	Cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II/A-M (S-V) <sup>1</sup>	PN-EN 197-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>zawartość alkaliów<sup>3</sup> jako <math>\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 1,20\%</math></li> </ul>	KR1+ KR3
	Cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II/A-M (S-LL)	PN-EN 197-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>zawartość alkaliów<sup>3</sup> jako <math>\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%</math></li> </ul>	KR1+ KR4
	Cement hutniczy CEM III/A <sup>2</sup>	PN-EN 197-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>zawartość alkaliów<sup>3</sup> jako <math>\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 1,05\%</math></li> </ul>	KR1+KR4

<sup>1)</sup> jeśli nawierzchnia nie będzie poddawana działaniu środków odladzających; strata prażenia popiołu łomego użytego do produkcji cementu nie więcej niż 5% (kategoria A wg PN-EN 450-1),

<sup>2)</sup> klasa wytrzymałości cementu 42,5,

<sup>3)</sup> zawartość alkaliów oznaczona wg PN-EN 196-2

### 2.2.1. Stosowanie cementów specjalnych

W przypadkach niejednoznacznych wyników badań reaktywności kruszywa (wartości wyników na górnej granicy kategorii R0 lub w kategorii R1) należy stosować cementy specjalne (cementy niskoalkaliczne NA) spełniające wymagania normy PN-B 19707 Tablica 2.

W przypadku podejrzenia wystąpienia agresji chemicznej (siarczanowej), należy stosować cementy specjalne - **cementy odporne na siarczany SR** wg PN-EN 197-1 lub HSR spełniające wymagania normy PN-B 19707 (zalecane do stosowania w klasie ekspozycji XA2 i XA3 określonej w normie PN-EN 206).

### 2.2.2. Badanie cementu

Dla każdego stosowanego rodzaju cementu wykonawca powinien przedstawić deklarację właściwości użytkowych. Cement musi spełniać wszystkie wymagania podane w pkt. 2.2.

Przed rozładunkiem każdej dostawy, należy sprawdzić dowód dostawy w celu stwierdzenia, że dostawa jest zgodna z zamówieniem i pochodzi z właściwego źródła.

W przypadku wątpliwości co do jakości cementu, na polecenie Inżyniera należy przeprowadzić badania:

- a) wczesnej wytrzymałości na ściskanie wg PN-EN 196-1,
- b) początku czasu wiązania wg PN-EN 196-3,
- c) stałości objętości wg PN-EN 193-3.

Bezpośrednio przed użyciem cementu, należy sprawdzić jego temperaturę.

## 2.3. Kruszywa

### 2.3.1. Wymagania podstawowe

Do produkcji mieszanki betonowej należy stosować kruszywa naturalne pochodzenia mineralnego, które poza obróbką mechaniczną nie zostało poddane żadnej innej obróbce.

Każdy producent musi badać właściwości kruszyw na bieżąco i posiadać sprawozdania z wynikami badań spełniającymi wymagania:

- a) normy PN-EN 12620,
- b) normy PN-EN 13043,
- c) zawarte w Tabelach nr 7 i 8,
- d) zaleceń określonych w pkt. 2.3.1,
- e) dodatkowe określone w pkt. 2.3.2.

Wymienione sprawozdania muszą być udostępniane na żądanie każdemu nabywcy kruszyw.

Każdy Wykonawca nawierzchni betonowych zobowiązany jest powyższe sprawozdania dołączyć do dokumentacji związanej z projektowaniem recept, którą przedkłada Inżynierowi/Inspektorowi Nadzoru do sprawdzenia.

Do betonowych nawierzchni drogowych należy stosować ocenę zgodności kruszyw wg systemu 2+.

Kruszywo powinno być składowane w sposób uporządkowany, każda frakcja w oddzielnym boksie z utwardzonym podłożem i o trwałych ścianach, z tabliczką określającą frakcje uziarnienia. Musi być pozbawione zanieczyszczeń obcych jak: fragmenty tkanin, drobnych kawałków drewna, fragmentów plastików, margla itp. Jeżeli Inżynier stwierdzi występowanie takich zanieczyszczeń, ma obowiązek zdyskwalifikować takie kruszywo i dać polecenie Wykonawcy do natychmiastowego usunięcia z placu składowego, gdyż nie może być ono zastosowane do wytworzenia mieszanki betonowej.

Do produkcji betonu na nawierzchnię betonową powinny być zastosowane kruszywa o wymiarach jak niżej, gdzie D/d nie jest mniejsze niż 1,4 o uziarnieniu:

- a. dla nawierzchni dla KR1÷KR4 (jednowarstwowych oraz dwuwarstwowych z tej samej mieszanki betonowej) uziarnienie mieszanki mineralnej (stosu okruszowego) 0/22 lub 0/31,5 mm,
- b. dla nawierzchni dla KR5÷KR7 (nawierzchnia dyblowana i kotwiona, w przypadku KR7 również ze zbrojeniem ciągłym):
  - dla górnej warstwy nawierzchni z odkrytym kruszywem frakcje kruszyw o uziarnieniu: 0/2, 2/5 i 5/8 mm lub 0/2, 4/8 lub 0/2, 5/8 mm,
  - dla dolnej warstwy nawierzchni uziarnienie mieszanki mineralnej (stosu okruszowego) w mieszance betonowej 0/16, 0/22 lub 0/31,5 mm,
  - dla górnej warstwy nawierzchni dwuwarstwowej NGCS uziarnienie mieszanki mineralnej (stosu okruszowego) w mieszance betonowej 0/16 mm lub 0/22 mm,
  - dla nawierzchni jednowarstwowej NGCS uziarnienie mieszanki mineralnej (stosu okruszowego) w mieszance betonowej 0/22 mm lub 0/31,5 mm,

W przypadku mieszanki z odkrytym kruszywem zaleca się, aby w stosie okruszowym udział frakcji kruszywa większego od 4 mm stanowił minimum 68% mieszanki mineralnej.

Wymiar kruszywa należy określać za pomocą zestawu podstawowego sit plus zestaw 1, podanego w Tabeli 5. Do określania wymiaru kruszywa nie należy stosować innego zestawu sit.

**Tabela 5. Wymiary otworów sit do określania wymiaru kruszywa**

Zestaw sit #, [mm]									
0	1	2	4	5,6 (5)	8	11,2 (11)	16	22,4 (22)	31,5 (32)

Do uproszczonego opisu kruszywa mogą być używane wymiary otworów sit podane w nawiasach.

Wymiar kruszywa mniejszy niż 1 mm należy określać za pomocą sit podanych w Tabeli 6.

**Tabela 6. Wymiary otworów sit do określania wymiaru kruszywa mniejszego niż 1 mm**

Zestaw sit #, [mm]					
0	0,063	0,125	0,25	0,5	1

Wymagane właściwości i kategorie kruszywa grubego i drobnego określone są w Tabeli nr 7 i nr 8.

**Tabela 7. Wymagane właściwości i kategorie kruszywa grubego do betonowych nawierzchni drogowych**

L.p.	Właściwości kruszywa	Przeznaczenie betonu do nawierzchni			
		Niedyblowana i niekotwiona	Dyblowana i kotwiona, nawierzchnie zbrojone ze szczelinami podłużnymi, nawierzchnie ze zbrojeniem ciągłym, nawierzchnie złożone (mieszane)		
			Warstwy z tej samej mieszanki	Warstwy z różnej mieszanki	
		Nawierzchnia jednowarstwowa (JWN)	Górna i dolna warstwa nawierzchni (GWN i DWN), nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR3+KR4	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR5+KR7	Górna warstwa nawierzchni (GWN) z odkrytym kruszywem lub NGCS KR5+KR7
1	2	3	4	5	6
1	Uproszczony opis petrograficzny wg PN-EN 932-3	Deklarowany przez producenta			Zgodnie z zapisami pkt. 2.3
2	Gęstość ziaren wg PN-EN 1097-6, rozdział 7,8 lub 9	Deklarowana przez producenta			
3	Gęstość nasypowa wg PN-EN 1097-3	Deklarowana przez producenta			
4	Uziarnienie wg PN-EN 933-1, kategoria nie niższa niż: gdzie: $D/d > 2$ , $D > 11,2$	$G_C 90/15$			
	jw. gdzie: $D/d \leq 2$ lub $D \leq 11,2$	$G_C 85/20$			
5	Tolerancje uziarnienia na sitach pośrednich, nie większe niż: gdzie: $D/d < 4$ ; $D/1,4$	$G_T 15$			
	jw. lecz: $D/d \geq 4$ ; $D/2$	$G_T 17,5$			
6	Zawartość pyłu wg PN-EN 933-1; kategoria nie wyższa niż:	$f_{1,5}$			$f_{1,0}^{1)}$ wartość deklarowana
7	Kształt kruszywa grubego wg PN-EN 933-3 lub wg PN-EN 933-4; kategoria nie wyższa niż:	$SI_{40}$ lub $FI_{35}$		$SI_{20}$ lub $FI_{20}$	$SI_{15}$ lub $FI_{15}$ dla odkrytego kruszywa; $SI_{20}$ lub $FI_{20}$ dla NGCS

8	Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej według PN-EN 933-5, kategoria nie niższa niż:	Brak wymagań	C <sub>90/1</sub>	C <sub>100/0</sub> <sup>2)</sup>	C <sub>100/0</sub>
9	Odporność kruszywa na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2, rozdział 5; badanie na kruszywie 10/14; Kategoria nie wyższa niż:	LA <sub>40</sub>	LA <sub>35</sub>	LA <sub>35</sub>	LA <sub>25</sub> <sup>3)</sup>
10	Odporność na polerowanie wg PN-EN 1097-8	PSV <sub>deklarowane</sub> (nie mniej niż 48)	PSV <sub>deklarowane</sub> (nie mniej niż 48 dla GWN i JWN)	-	PSV <sub>50</sub> (nie mniej niż 48 dla NGCS)
11	Mrozoodporność wg PN-EN 1367-1; kategoria nie wyższa niż:	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub> (dla DWN)	F <sub>1</sub>	-
12	Mrozoodporność wg PN-EN 1367-6 badana w 1 % NaCl, wartość nie wyższa niż [w %]:	-	6 (dla GWN i JWN)	-	6
13	„Zgorzel słoneczna” bazaltu wg PN-EN 1367-3; badanie na kruszywie 10/14; kategoria:	SB <sub>LA</sub>			
14	Reaktywność kruszywa - metoda przyspieszona w 1 N roztworze NaOH w temperaturze 80°C (wg. Zał. 1).	Dla dróg o wysokiej jakości (klasy S4 wg Tabeli 1) wymaga się stosowania kruszyw niereaktywnych R0 zgodnie z Tabelą 9.			
15	Reaktywność alkaliczna - metoda długoterminowa na podstawie ASTM C1293 i RILEM AAR-3 (wg. Zał. 2).	Dla dróg o wysokiej jakości (klasy S4 wg Tabeli 1) wymaga się stosowania kruszyw niereaktywnych R0 zgodnie z Tabelą 9.			
16	Zanieczyszczenia lekkie wg PN-EN 1744-1 p.14.2, wartość nie wyższa niż [w %]:	0,1			

17	Zawartość substancji organicznych wg PN-EN 1744-1 p.15.1	Barwa nie ciemniejsza od wzorcowej
18	Zawartość siarki całkowitej wg PN-EN 1744-1, rozdz. 11; wartość nie wyższa niż [w %]:	1
19	Zawartość siarczanów rozpuszczalnych w kwasie, nie wyższa niż kategoria:	AS <sub>0,8</sub>
20	Zawartość chlorków rozpuszczalnych w wodzie wg PN-EN 1744-1, wartość nie wyższa niż [w %]:	0,02

<sup>1)</sup> wg PN-EN 13043 Kruszywa do mieszanek asfaltowych bitumicznych i powierzchniowych utwardzeń, stosowanych na drogach krajowych, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu,

<sup>2)</sup> w przypadku kruszywa z przekruszenia surowca skalnego ze złoża polodowcowego, dopuszcza się kategorię nie niższą niż C95/1,

<sup>3)</sup> dopuszcza się zastosowanie kruszyw o kategorii odporności na rozdrabnianie o LA 35 górnej warstwie dla nawierzchni dwiwarstwowych (z kruszywem odkrytym lub NGCS), gdy ubytek masy kruszywa w badaniu mrozoodporności w 1% NaCl przeprowadzonego na frakcji 5/8 wg PN-EN 1367-6, jest nie większy niż 2%.

**Tabela 8. Wymagane właściwości i kategorie kruszywa drobnego do betonowych nawierzchni drogowych**

Lp.		Przeznaczenie betonu do nawierzchni			
		Niedyblowana i niekotwiona	Dyblowana i kotwiona, nawierzchnie zbrojone ze szczelinami podłużnymi, nawierzchnie ze zbrojeniem ciągłym, nawierzchnie złożone (mieszane)		
			Warstwy z tej samej mieszanki	Warstwy z różnej mieszanki	
		Nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR1÷KR2	Górna i dolna warstwa nawierzchni (GWN i DWN), nawierzchnia jednowarstwowa (JWN) KR3÷KR4	Dolna warstwa nawierzchni (DWN) KR5÷KR7	Górna warstwa nawierzchni (GWN) z odkrytym kruszywem lub NGCS KR5÷KR7
1	2	3	4	5	6
1	Uproszczony opis petrograficzny wg PN-EN 932-3	Deklarowany przez producenta			Zgodnie z zapisami pkt 2.3
2	Gęstość ziaren wg PN-EN 1097-6, rozdział 9	Deklarowana przez producenta			
3	Gęstość nasypowa wg PN-EN 1097-3	Deklarowana przez producenta			
4	Uziarnienie wg PN-EN 933-1, kategoria:	Gr85			
5	Zawartość pyłu wg PN-EN 933-1; kategoria nie wyższa niż:	f <sub>3</sub>			
6	Reaktywność kruszywa - metoda przyspieszona w 1 N roztworze NaOH w temperaturze 80°C (wg. Zał. 1).	Dla dróg o wysokiej jakości (klasy S4 wg Tabeli 1) wymaga się stosowania kruszyw niereaktywnych R0 zgodnie z Tabelą 9.			
7	Reaktywność alkaliczna - metoda długoterminowa na podstawie ASTM C1293 i RILEM AAR-3 (wg. Zał. 2).	Dla dróg o wysokiej jakości (klasy S4 wg Tabeli 1) wymaga się stosowania kruszyw niereaktywnych R0 zgodnie z Tabelą 9.			
8	Zanieczyszczenia lekkie wg PN-EN 1744-1 p.14.2; wartość nie wyższa niż [w %]:	0,5			
9	Zanieczyszczenia organiczne wg PN-EN 1744-1 p.15.1	Barwa nie ciemniejsza od wzorcowej.			

10	Zawartość siarki całkowitej wg PN-EN 1744-1 p.11; wartość nie wyższa niż [w %]:	1%
11	Zawartość siarczanów rozpuszczalnych w kwasie, nie wyższa niż kategoria:	AS <sub>0,5</sub>
12	Zawartość chlorków rozpuszczalnych w wodzie wg PN-EN 1744-1, wartość nie wyższa niż [w %]:	0,02

### 2.3.2. Badanie reaktywności alkalicznej kruszyw

Klasy reaktywności kruszyw i kryteria ich oceny w zależności od zastosowanej metody badawczej zostały przedstawione poniżej w Tabeli 9.

**Tabela 9. Klasyfikacja kruszyw do betonu i kryteria ich oceny z punktu widzenia ich podatności na ryzyko reakcji z alkalią w betonie.**

Metoda badawcza	Jednostki	Klasyfikacja kruszywa naturalnego w stosunku do jego podatności na ryzyko reakcji AAR (wartości wyznaczone eksperymentalnie)			
		Niereaktywne R0	Umiarkowanie reaktywne R1	Silnie reaktywne R2	Bardzo silnie reaktywne R3
Dylatometryczna przyspieszona metoda pomiaru ekspansji zaprawy wg ASTM C1260-14 i RILEM AAR-2 (Wg Zał. 1)	% długości	≤ 0,100	> 0,100 ≤ 0,300	> 0,300 ≤ 0,450	> 0,450 <sup>1)</sup>
Dylatometryczna długoterminowa metoda pomiaru ekspansji betonu wg ASTM C1293 i RILEM AAR-3 (Wg Zał. 2)	% długości	≤ 0,040	> 0,040 ≤ 0,120	> 0,120 ≤ 0,240	> 0,240 <sup>2)</sup>
Analiza petrograficzna kruszywa wg ASTM C295	-	Dokładny opis petrograficzny wszystkich pobranych próbek <sup>3)</sup>			

Objaśnienia:

<sup>1)</sup> W przypadku ekspansji próbek zaprawy o ponad 0,300 % długości, bez względu na wyniki innych metod ryzyko uważa się za "ekstremalne" i w tym przypadku nie zaleca się używać kruszywa o tym poziomie reaktywności.

<sup>2)</sup> Dylatometryczna długoterminowa metoda pomiaru ekspansji betonu wg ASTM C1293. W przypadku intensywnego wzrostu przebiegu krzywej rozszerzania się próbki (bez tendencji spadkowej) z materiałów o określonym ryzyku, podczas badania wg ASTM C1293, można przeprowadzić badanie w okresie 2 lat z przyjętym kryterium 0,120 % długości dla kruszywa przekruszonego, odpowiednio 0,100 % dla kruszywa wydobywanego. W przypadku przekroczenia tej wartości, bez względu na wyniki innych metod ryzyko uważa się za "ekstremalne" i w tym przypadku nie zaleca się użycia kruszywa.

<sup>3)</sup> W przypadku rozpuszczenia bądź dezintegracji mikrobeleczek podczas badania dylatometrycznego kruszywa węglanowego zgodnie z ASTM C295 wynik jest uznawany za niezadowalający.

Dla klasy środowiska E2 nie zaleca się używać kruszywa silnie reaktywnego R2 wykazującego wartość ekspansji zaprawy > 0,300 i ekspansji betonu wykazującego wartość ekspansji > 0,120% oraz kruszywa bardzo silnie reaktywnego R3, wykazującego wartość ekspansji zaprawy > 0,450% wg ASTM C 1260 i ekspansji betonu > 0,240% wg metody długoterminowej ASTM C1293.

Wartość niepewności rozszerzonej pomiaru wynosi 0,007 wg ASTM C1260 i 0,008 wg ASTM C1293.

#### Analiza petrograficzna:

Analiza musi zawierać opis i analizę makroskopową fragmentów skał z określeniem składu petrograficznego. Niezbędna jest wykonanie badań mikroskopowych. Celem jest określenie potencjalnej reaktywności minerałów, jak np. kwarc zdeformowany w wyniku działania ciśnienia i jego deformacje (kął wygaszania), kwarc pochodzenia organicznego, opał, trydymit, krystobalit, szkło wulkaniczne, wapienie zawierające więcej niż 2% wagowych hornblendy, krzemienia lub chalcedonu. Procedura badawcza uwzględnia wymagania normy ASTM C295.

#### Analiza dylatometryczna:

We wszystkich pobranych próbkach zostaną przeprowadzone: zmodyfikowane badanie dylatometryczne zgodnie z ASTM C1260-14 (uregulowane zgodnie z Załącznikiem nr 1).

W przypadku gdy ekspansja zaprawy wg ASTM C1260 wynosi  $\leq 0,100$  % i jednocześnie ekspansja betonu wg ASTM C1293 wynosi  $\leq 0,040$  %, kruszywo ocenia się jako niereaktywne R0 (Załącznik 2) i może być ono stosowane niezależnie od poziomu ryzyka wystąpienia reakcji ASR, bez zabezpieczeń z uwagi na zawartość alkaliów w betonie.

W przypadku gdy ekspansja zaprawy wg ASTM C1260 wynosi  $> 0,100$  % i  $\leq 0,300$  % i jednocześnie ekspansja betonu wg ASTM C1293 wynosi  $> 0,040$  % i  $\leq 0,120$  %, kruszywo ocenia się jako umiarkowanie reaktywne R1 (Załącznik 2) i może być ono stosowane dla klasy środowiska E2 i E3 wyłącznie przy ograniczonej zawartości alkaliów w betonie i przy stosowaniu dodatków pucolanowo-hydraulicznych SCM (Tabela 10).

**Tabela 10. Warunki zastosowania naturalnego kruszywa do betonu w zależności od klasy środowiska E (poziomu ryzyka), reaktywności kruszywa R i zawartości alkaliów ( $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ ) w betonie.**

Poziom ryzyka w przypadku kruszywa		Niereaktywne R0	Umiarkowanie reaktywne R1	Silnie reaktywne R2	Bardzo silnie reaktywne R3
		zawartość $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ na 1 m <sup>3</sup> betonu			
Klasa środowiska	E2	maks. 3,0 kg/m <sup>3</sup>	maks. 2,4 kg/m <sup>3</sup>	Nie ma zastosowania	
	E3	maks. 3,0 kg/m <sup>3</sup>	maks. 1,8 kg/m <sup>3</sup> + SCM kg/m <sup>3</sup>	Nie ma zastosowania	

Dla klasy środowiska E2, przydatność kruszyw do betonu obejmuje zastosowanie kruszyw niereaktywnych R0 oraz kruszyw umiarkowanie reaktywnych R1 przy ograniczonej zawartości alkaliów w betonie maks. 2,4 kg/m<sup>3</sup>. Dla klasy środowiska E2 i E3 nie mają zastosowania kruszywa silnie reaktywne R2 i bardzo silnie reaktywne R3.

Dla klasy środowiska E3, przydatność kruszyw do betonu obejmuje zastosowanie kruszyw niereaktywnych R0 i kruszyw umiarkowanie reaktywnych R1. Warunkiem zastosowania kruszyw umiarkowanie reaktywnych R1 jest bardzo niska zawartość alkaliów w betonie maks. 1,8 kg/m<sup>3</sup>  $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$  oraz równoczesne zastosowanie dodatków mineralnych pucolanowo-hydraulicznych SCM, wprowadzanych jako dodatek do mieszanki betonowej lub wprowadzanych z cementem.

Wymaganą przy stosowaniu kruszyw umiarkowanie reaktywnych R1 obniżoną zawartość alkaliów  $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$  w betonie zapewnia stosowanie cementów specjalnych niskoalkalicznych NA wg normy PN-B-19707, w tym cementów portlandzkich CEM I NA bez dodatków i cementów portlandzkich wieloskładnikowych z grupy CEM II NA z dodatkiem popiołu lotnego krzemionkowego i cementów hutniczych CEM III/A,B NA.

W przypadku gdy ekspansja zaprawy wg ASTM C1260 wynosi  $> 0,300$  % i jednocześnie ekspansja betonu wg ASTM C1293 wynosi  $> 0,120$  %, kruszywa ocenia się jako silnie i bardzo silnie reaktywne R2 i R3 i nie mogą być one zastosowane dla klasy środowiska E2 i E3.

Badania kruszyw pod względem ich reaktywności z alkaliami (AAR) dostawca kruszyw powinien wykonywać zgodnie z normą ASTM C1260 co 3 miesiące, natomiast zgodnie z normą ASTM C1293 co 1 rok.

Badania wykonane wg. ASTM C1260 (metoda przyspieszona) są ważne do 3 miesięcy od daty badania, zaś wg. ASTM C1293 (metoda wydłużona) są ważne do 1 roku od daty badania.

Powyższe badania muszą być wykonane w zatwierdzonej przez Nadzór/Zamawiającego akredytowanej jednostce.

## 2.4. Woda

Zarówno do wytwarzania mieszanki betonowej, jak i do pielęgnacji wykonanej nawierzchni betonowej należy stosować wodę spełniającą wymagania wody zarobowej do betonu wg PN-EN 1008. Nie dopuszcza się wody pochodzącej z recyklingu.

## 2.5. Domieszki i dodatki do betonu

Do betonu nawierzchniowego należy stosować domieszki, których właściwości spełniają wymagania określone w normach PN-EN934-1 i PN-EN 934-2. W składzie i właściwościach stosowanych domieszek, z uwagi na trwałość betonu, szczególnie istotne są:

- zawartość chlorków rozpuszczalnych w wodzie,
- zawartość alkaliów,
- oddziaływanie korozyjne.

Przy wyborze domieszki należy uwzględnić jej kompatybilność z cementem. W przypadku zastosowania więcej niż jednej domieszki należy sprawdzić ich wzajemną kompatybilność, na etapie wykonywania zarobów próbnych i podczas sprawdzania recepty. Nie należy stosować równocześnie więcej niż trzech rodzajów domieszek. Wszystkie domieszki muszą pochodzić od jednego producenta.

Stosowanie innych domieszek niż napowietrzające, powinno wynikać z potrzeb technologicznych, podyktowanych warunkami wbudowania mieszanki betonowej.

Próbki ze wszystkich rodzajów domieszek (które mogą być zastosowane), powinny zostać załączone do projektu recepty przekazywanego Zamawiającemu do sprawdzenia wraz z innymi próbkami materiałów wsadowych.

Domieszki mogą być dodawane do mieszanki betonowej po wykonaniu stosownych prób i uzyskaniu wymaganych parametrów betonu w badaniach laboratoryjnych.

W przypadku stosowania środka napowietrzającego w połączeniu ze środkiem upłynniającym można przyjąć wymagane zawartości powietrza jak dla mieszanki betonowej bez plastifikatora, pod warunkiem uzyskania w mieszance wstępnie badanej zgodnie z PN-EN 480-11, wymagań określonych w Tabeli 17.

## 2.6. Dodatki mineralne

Niedopuszczalne jest doliczenie dodatków mineralnych do zawartości cementu i do wskaźnika wodno-cementowego.

Do betonu dla dróg kategorii ruchu KR1÷KR4 mogą być stosowane dodatki mineralne typu II według zasad określonych w normie PN-EN 206.

## 2.7. Materiały do pielęgnacji

Do pielęgnacji świeżo ułożonej nawierzchni z betonu cementowego (wraz z powierzchniami bocznymi), można zastosować niżej wymienione materiały:

- folię,
- geowłókninę,
- preparaty powłokowe (hydrofobowe i parafinowe), zapobiegające szybkiej utracie wilgoci, posiadające działanie zamykające: współczynnik zamykania na poziomie min. 50% lub współczynnik zamykania po 24 h na poziomie min. 90%; zaleca się, aby w okresach wyższych temperatur i dużego nasłonecznienia środki powłokowe po aplikacji tworzyły jasną (np. mleczno-białą) powłokę odbijającą promienie słoneczne; preparaty te muszą posiadać posiadające aktualne dokumenty pozwalające stwierdzić przydatność danego preparatu do tego celu,
- wodę.

## 2.8. Materiały do zabezpieczenia przeciwozyjnego podbudów (warstwa poślizgowa)

Do przeciwozyjnego zabezpieczenia podbudów związanych hydraulicznie i stanowiących jednocześnie warstwę poślizgową pod warstwą nawierzchni z betonu cementowego, mogą być zastosowane następujące materiały:

- geowłóknina,
- pojedyncze powierzchniowe utwardzenie z rozłożeniem kruszywa,
- warstwa z betonu asfaltowego.

### 2.8.1. Geowłóknina

Geowłókninę stosuje się pod warstwą nawierzchni betonowej, za wyjątkiem odcinków, na których występuje nawierzchnia betonowa ze zbrojeniem ciągłym, pod którą powinna być wykonana warstwa przeciwozyjna z betonu asfaltowego.

Geowłóknina powinna być wykonana z poliolefinów (włókien polipropylenowych lub polietylenowych), jako geosyntetyk nietkany (non wovens), powinna odznaczać się odpornością na działanie alkaliów i powinna spełniać n/w parametry:

**Tabela 11. Podstawowe parametry techniczne geowłókniny**

Lp.	Właściwości	Jm.	Wymagania	Metoda badań wg normy
1	Gramatura / masa powierzchniowa	g/m <sup>2</sup>	450 ÷ 550	PN-EN ISO 9864
2	Wytrzymałość na rozciąganie - wzdłuż pasma - wszerz pasma	kN/m kN/m	≥ 20 ≥ 20	PN-EN ISO 10319
3	Grubość przy nacisku 20 kPa	mm	≥ 2	PN-EN ISO 9863-1
4	Wodoprzepuszczalność prostopadła do płaszczyzny geowłókniny, h=50mm	l/m <sup>2</sup> s	≥ 45	PN-EN ISO 11058
5	Zdolność przepływu wody w płaszczyźnie geowłókniny przy nacisku 20 kPa, przy spadku hydraulicznym i=1	10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s	≥ 4,0	PN-EN ISO 12958

Na każdym opakowaniu dostarczanych geosyntetyków powinna być umieszczona etykieta zawierająca charakterystykę i niezbędne dane wyrobu.

### 2.8.2. Pojedyncze powierzchniowe utwardzenie z rozłożeniem kruszywa

Pojedyncze powierzchniowe utwalenie z rozłożeniem kruszywa należy wykonać wg oddzielnej specyfikacji z zastosowaniem n/w materiałów:

#### **2.8.2.1. Emulsja**

Do powierzchniowych utwaleń, należy stosować emulsje kationowe określone w Załączniku krajowym do normy PN-EN 13808 Asfalty i lepiszcza asfaltowe - Zasady klasyfikacji kationowych emulsji asfaltowych. W wymaganiach powinna być uwzględniona pH emulsji przy podbudowach ze spoiwem hydraulicznym zgodnie z normą PN-EN 12850.

Emulsja powinna:

- a) być oznakowana znakiem budowlanym CE lub znakiem B,
- b) posiadać deklaracje zgodności z dokumentami odniesienia,
- c) posiadać certyfikat Zakładowej Kontroli Produkcji (ZKP) wydany przez uprawnioną jednostkę certyfikującą.

#### **2.8.2.2. Kruszywa**

Należy stosować kruszywa o wymaganiach zawartych w niniejszej OST Tabela 7. „Wymagane właściwości i kategorie kruszywa grubego do betonowych nawierzchni drogowych” z wyłączeniem poz. 9 oraz poz. 10. Wymagane są właściwości kruszywa grubego do powierzchniowych utwaleń.

#### **2.8.3. Warstwa z betonu asfaltowego**

Do wykonania warstwy separacyjnej z betonu asfaltowego, należy zastosować n/w materiały:

##### **2.8.3.1. Emulsja**

Do skropienia podłoża pod warstwę z betonu asfaltowego, należy stosować emulsję kationową określoną w Załączniku krajowym do normy PN-EN 13808 Asfalty i lepiszcza asfaltowe - Zasady klasyfikacji kationowych emulsji asfaltowych. W wymaganiach powinna być uwzględniona pH emulsji zgodnie z normą PN-EN 12850 przy podbudowach ze spoiwem hydraulicznym.

Emulsja powinna:

- a) być oznakowana znakiem CE lub znakiem B,
- b) posiadać deklaracje właściwości użytkowych,
- c) posiadać certyfikat Zakładowej Kontroli Produkcji (ZKP) wydany przez uprawnioną jednostkę certyfikującą.

##### **2.8.3.2. Mieszanka mineralno-asfaltowa**

Mieszanke mineralno-asfaltową AC8S, AC16P należy wyprodukować i ułożyć wg wymagań określonych w oddzielnej specyfikacji napisanej w oparciu o Wytyczne Techniczne (WT-2, Części: I i II) „Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych”. Do produkcji mieszanki, należy stosować:

- a) kruszywo o uziarnieniu poniżej 8 mm, wg wymagań zawartych w Wytycznych Technicznych (WT-1) - „Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych i powierzchniowych utwaleń na drogach krajowych”,
- b) lepiszcze wg wskazań w/w WT-2.

#### **2.9. Dyble, kotwy i zbrojenie ciągłe**

W nawierzchniach dwuwarstwowych, w celu zapewnienia właściwej współpracy między płytami, należy stosować dyble i kotwy lub zbrojenie ciągłe wg KTKNS.

##### **2.9.1. Dyble**

Dyble powinny spełniać wymagania normy PN-EN 13877-3. Wytrzymałość dybli oznaczona zgodnie z PN-EN ISO 15630-1 powinna wynosić co najmniej 250 MPa. Średnica i tolerancja średnicy dybla powinna być zgodna z PN-EN 10060. Dla rozwiązań KTKNS, minimalna średnica dybli powinna wynosić 25 mm, przy długości 50 cm. Dyble powinny być proste, bez jakichkolwiek nierówności, a przesuwane końce bez żadnych wypukłości poza średnicę pręta. Powinny być pokryte powłoką z polimeru w celu zapobiegania przywierania do betonu. Średnia grubość powłoki nie powinna być mniejsza niż 0,3 mm i większa niż 1,25 mm. Sposób montowania i rozmieszczenia musi być określony w Dokumentacji projektowej.

Zastosowanie innego rodzaju dybli niż przedstawione w rozwiązaniach KTKNS wymaga projektu indywidualnego.

##### **2.9.2. Kotwy**

Kotwy ze stali zbrojonej klasy B500SP i powinny być zgodne z PN-EN 10080. Kotwy powinny mieć zgodnie z PN-EN 13877-1 średnicę 20 mm oraz długość 800 mm. W przypadku stosowania kotew klejanych ich długość powinna wynosić min. 650 mm, przy czym powinny być one wyposażone na jednym końcu w krawędź tnącą. Klej do wklejania, po związaniu i stwardnieniu powinien charakteryzować się minimalną wytrzymałością na wrywanie kotwy 80 kN. Kotwy wkręcane powinny być mocowane w taki sposób, aby w czasie spajania powstało trwałe i niezawodne połączenie. Kotwy w środkowym obszarze na długości min. 200 mm należy wyposażyć w powłokę z polimeru o grubości min. 0,3 mm i max. 1,25 mm odporną na działanie alkaliów, dającą niezawodność użycia i nadającą się do tego celu. Sposób montowania i rozmieszczenia musi być określony w Dokumentacji projektowej.

### 2.9.3. Zbrojenie ciągłe

Pręty zbrojeniowe powinny być co najmniej klasy B500SP i powinny być zgodne z PN-EN 10080. W nawierzchniach betonowych o zbrojeniu ciągłym, ciągłość zbrojenia może być zachowana przez zachodzenie na siebie prętów, zastosowanie łączników lub przez zespawanie prętów. Sposób wykonania i montowania zbrojenia ciągłego musi być określony w Dokumentacji projektowej na podstawie założeń KTKNS.

## 2.10. Materiały stosowane przy wypełnianiu szczelin

### 2.10.1. Wkładka zmniejszająca głębokość szczeliny

W szczelinę po jej oczyszczeniu i zagruntowaniu należy włożyć wkładkę z kordu (sznura) lub wałeczka z pianki poliuretanowej. Są to materiały syntetycznego pochodzenia o walcowatym kształcie, wciskane (ściśle dopasowane) w celu zmniejszenia głębokości zalewanej szczeliny oraz jej uszczelnienia przed wnikaniem zalewy poniżej założonego poziomu.

Średnica zewnętrzna sznura powinna być stała. Dopuszcza się tolerancję średnicy +1 mm. Średnica sznura powinna być większa od 20% do 25% od szerokości szczeliny; zaleca się, aby pochodził on z jednego źródła dla całego wykonywanego zadania. Do mas zalewowych na gorąco mogą być stosowane dostępne na rynku rodzaje sznura wykonane wyłącznie z materiału odpornego na temperatury do 220°C. Sznur uszczelniający należy składować w warunkach zabezpieczających przed wymieszaniem poszczególnych rodzajów i gatunków oraz przed zanieczyszczeniem i zawilgoceniem.

### 2.10.2. Gruntownik

Gruntownik, zwiększający przyczepność zalewy do ścianek szczeliny, należy stosować w przypadkach zalecanych przez producenta zalewy. Preparat gruntujący szczelinę powinien z masą zalewową wzajemnie się tolerować. Gruntownik powinien odpowiadać wymaganiom określonym przez producenta zalewy, a w przypadku ich braku lub niepełnych danych, powinien mieć cechy zgodne ze wskazaniami w Tabeli 12.

**Tabela 12. Ogólne wymagania dla gruntownika**

Lp.	Właściwość	Wymaganie
1	Konsystencja ciekła (do nakładania pędzlem lub natryskiem)	30 do 100 sekund wypływu z kubka Forda Ø 4mm
2	Czas odparowania rozpuszczalnika	≤ 60 minut
3	Próba rozciągania zalewy asfaltowej z gruntownikiem na modelu szczeliny w laboratorium, w temperaturze -20°C, przy rozszerzaniu szczeliny o 15%	zalewa nie powinna ulec oderwaniu od ścianek betonu

Gruntownik należy składować w pojemnikach, w sposób zabezpieczający go przed zanieczyszczeniem, z zachowaniem przepisów przeciwpożarowych.

### 2.10.3. Masa zalewowa do szczelin

Do wypełnienia szczelin należy stosować wypełniacze szczelin i zalewy drogowe zgodnie z normą PN-EN 14188-1 Część 1: Wymagania wobec zalew drogowych na gorąco oraz z normą PN-EN 14188-2 Część 2: Wymagania wobec zalew drogowych na zimno.

Zalewy te powinny charakteryzować się dobrą splywnością i stabilnością w wysokich temperaturach, dobrą przyczepnością do zagruntowanych ścianek szczeliny uszczelniając ją, elastycznością w niskich temperaturach, odpornością na działanie środków odładzających, zapobieganiem wnikania wody i szkodliwych substancji.

Masa zalewowa powinna być dostarczona w oryginalnych opakowaniach producenta.

### 2.10.4. Wkładki uszczelniające

Szczeliny poprzeczne można wypełnić profilami elastycznymi gumowymi (zamkniętymi lub otwartymi) zgodnie z normą PN-EN 14188-3 Część 3: Wymagania wobec wkładek uszczelniających, odpowiednio ściśle i szczelnie dopasowanymi do szerokości szczelin. Profile należy wcisnąć w szczelinę poprzeczną po wypełnieniu szczeliny podłużnej. Dolna ich część powinna być uzbrojona w linkę do wyciągania ze szczeliny podczas wymiany.

Z obserwacji wynika, że z reguły co 25 m pojawiają się szczeliny szersze (skurcze, rozszerzanie płyt) i wówczas w co piątą szczelinie należy zastosować profile o jeden rozmiar szersze niż to wynika z bezpośredniego pomiaru szerokości szczeliny.

Guma stosowana do wykonania profili powinna być odporna na spękania przy oddziaływaniu warunków atmosferycznych (wysokich i niskich temperatur), chemicznych środków odładowych.

Do szczelin podłużnych nie używa się profili ze względu na niebezpieczeństwo wyssania przez koła samochodów.

### **2.11. Środki opóźniające hydratację cementu**

W celu umożliwienia odkrycia kruszywa, świeżo ułożona nawierzchnia (w końcowym cyklu układania) powinna być pokryta za pomocą natrysku, preparatami chemicznymi opóźniającymi hydratację cementu w celu uzyskania wymaganej makrotekstury, opisane w pkt. 5.7.

Mogą być stosowane :

- a) preparaty tylko opóźniające hydratację cementu jak np. glukoza,
- b) preparaty spełniające jednocześnie dwie funkcje: opóźniające wiązanie cementu i wykazujące właściwości pielęgnacyjne, zapobiegające szybkiej utracie wilgoci zgodnie z pkt. 2.7

### **2.12. Materiały do dylatacji bitumicznej szczelnej**

Dylatacja bitumiczna szczelna jest to elastyczna masa, stosowana na połączeniach prostopadłych nawierzchni betonowej z bitumiczną. Bazuje na substancji bitumicznej i innych dodatkach, wymieszana z kruszywem pojedynczej frakcji, ułożona w uprzednio wyciętym w nawierzchni korycie.

Cechy, jakim powinna odpowiadać dylatacja:

- a) stabilna,
- b) stawiać opór działaniu czynników ruchu kołowego,
- c) odporna na powstawanie pęknięć,
- d) poddawać się siłom poziomym i pionowym,
- e) przyjmować wibracje konstrukcji,
- f) zapewniać szczelność pomiędzy różnymi materiałami w nawierzchni,
- g) elastyczna i przejmująca duże naciski sił,
- h) dobre właściwości klejące,

odporna na działanie czynników atmosferycznych.

Dylatacja powinna posiadać stosowne dokumenty charakteryzujące wyrób.

Do wykonania wypełnień dylatacyjnych można stosować środek gruntujący, kruszywo kamienne i masę zalewową.

#### **2.12.1. Kruszywo**

Należy stosować kruszywo naturalne łamane ze skal kamiennych. Uziarnienie powinno być podane przez producenta w zależności od grubości nawierzchni, w której zostanie wykonane przykrycie dylatacyjne.

Jeżeli producent nie stawia innych wymagań, można stosować kruszywo o właściwościach podanych w Tabeli 13.

**Tabela 13. Wymagane właściwości kruszywa do dylatacji bitumicznej**

Lp.	Właściwość	Wymagania
1	Uziarnienie wg PN-EN 933-1, kategoria nie niższa niż	G <sub>C</sub> 90/10
2	Tolerancja uziarnienia; odchylenia nie większe niż wg kategorii.	G <sub>25/15</sub>
3	Zawartość pyłów wg PN-EN 933-1; kategoria nie wyższa niż	f <sub>0,5</sub>
4	Kształt kruszywa wg PN-EN 933-3 lub wg PN-EN 933-4, kategoria nie wyższa niż	FI <sub>15</sub> lub SI <sub>15</sub>
5	Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej w kruszywie grubym wg PN-EN 933-5; kategoria nie niższa niż	C <sub>100/0</sub>
6	Odporność kruszywa na rozdrabnianie wg normy PN-EN 1097-2, badana na kruszywie o wymiarze 10/14; kategoria nie wyższa niż:	LA <sub>25</sub>
7	Nasiąkliwość wg normy PN-EN 1097-6, rozdz. 7, 8 lub 9	WA <sub>24</sub> 1*
8	Mrozoodporność wg PN-EN 1367-6 w 1% NaCl, badana na kruszywie o wymiarze 8/16, wartość nie wyższa niż [w %]:	6
9	Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1367-3, badanie na kruszywie 10/14mm; wymagana kategoria:	SB <sub>LA</sub>
10	Skład chemiczny - uproszczony opis petrograficzny wg PN-EN 932-3	deklarowany przez producenta
11	Zamieszczczenia lekkie, wg PN-EN 1744-1, p.14.2; kategoria nie wyższa niż:	m <sub>LPC</sub> 0,1
* Jeżeli nasiąkliwość nie jest większa od podanej kategorii, to należy założyć że kruszywo jest mrozoodporne		

### 3. SPRZĘT

#### 3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w SST D-M-00 „Wymagania ogólne” pkt.3.

#### 3.2. Sprzęt do układania geowłókniny

Do przenoszenia i układania geowłókniny Wykonawca powinien używać odpowiedniego sprzętu zalecanego przez producenta, nie powodującego uszkodzania układanego materiału. Mogą to być np. ciągniki mające możliwość podwieszenia szpuli z geowłókniną i układanie jej podczas jazdy z powolnym rozwijaniem i naciąganiem.

#### 3.3. Sprzęt do wykonywania nawierzchni z betonu cementowego

Używany sprzęt powinien być zgodny z warunkami określonymi w szczegółowej specyfikacji i zatwierdzony przez Inżyniera.

Wykonawca powinien wykazać się możliwością korzystania z:

- wytwórni mieszanek betonowych,
- zestawów maszyn do wbudowania mieszanek betonowych,
- przewoźnych zbiorników na wodę,
- sprzętu do teksturowania nawierzchni,
- sprzętu do nanoszenia powłok zapobiegających odparowaniu wilgoci z nawierzchni,
- sprzętu do wykonywania szczelin ich czyszczenia i wypełniania,
- sprzętu do wykonania dylatacji bitumicznej.

##### 3.3.1. Wytwórnice mieszanki betonowej

Do produkcji mieszanek powinny być stosowane wytwórnice mieszanki betonowej o pracy cyklicznej, zapewniające produkcję mieszanki betonowej na potrzeby danego zadania, wyposażone w:

- automatyczne urządzenie (sterowane elektronicznie) wagowego dozowania wszystkich składników, wykonane w taki sposób, aby w rzeczywistych warunkach działania zostały spełnione i utrzymane tolerancje określone w PN-EN 206.
- komputerowy system sterowania zapewniający spełnienie wymagań produkcji określonych w PN-EN 206,
- system pomiaru wilgotności kruszywa drobnego przed mieszaniem,
- oddzielne dozowniki dla każdej domieszki.

Wydajność wytwórni powinna być dostosowana do potrzeb danego zadania, zapewniająca produkcję na dzienną działkę roboczą i ciągłą niezakłóconą pracę maszyn układających.

W przypadku potrzeby produkcji mieszanki o różnym uziarnieniu na potrzeby danego zadania. Wykonawca może produkować na jednej wytwórni równocześnie kilka mieszanek o różnym uziarnieniu. Ponadto dopuszcza się stosowanie wytwórni o dwóch mieszalnikach

Inżynier przeprowadza kontrolę każdej wytwórni zgłoszonej przez Wykonawcę, zgodnie z postanowieniami zawartymi w PN-EN 206.

### 3.3.2. Zestaw maszyn układających mieszankę

Każdy rodzaj nawierzchni z betonu cementowego, powinien być układany za pomocą odpowiedniego zestawu maszyn n/w:

a) Nawierzchnia z kruszywem odkrytym/NGCS, dwuwarstwowa dyblowana i kotwiona (warstwy z różnych mieszanek):

➤ *układarka do układania dolnej warstwy nawierzchni, wyposażona m.in. w:*

- ☐ stół układający mieszankę na całej szerokości zaprojektowanej jezdni;
- ☐ automatyczne urządzenia do sterowania stołem w pozycji pionowej i poziomej;
- ☐ deskowanie ślizgowe;
- ☐ zespół wibratorów wgłębnych o takim rozmieszczeniu i częstotliwościach pracy, które zapewniają prawidłowe zagęszczenia mieszanki betonowej (np. rozmieszczonych co 40 cm o częstotliwości 200 Hz)
- ☐ urządzenie do wwibrowywania dybli;
- ☐ urządzenie do wwibrowywania kotew;
- ☐ zespół napędowy podwozia gąsienicowego.
- ☐ zespół wibratorów wgłębnych o takim rozmieszczeniu i częstotliwościach pracy, które zapewniają prawidłowe zagęszczenia mieszanki betonowej (np. rozmieszczonych co 40 cm o częstotliwości 200 Hz);
- ☐ mechaniczną zacieraczkę poprzeczną;
- ☐ mechaniczną zacieraczkę wzdłużną;
- ☐ deskowanie ślizgowe;
- ☐ zespół napędowy podwozia gąsienicowego.

➤ *maszyna z pomostem do wykańczania nawierzchni, wyposażona m. in. w:*

- ☐ układ sterowania kierunkiem jazdy pomostu;
- ☐ mechaniczne urządzenie do spryskiwania (nanoszenia) na wszystkie powierzchnie betonu (powierzchnia górna oraz boczne) różnego typu preparatów o działaniu chemicznych hydrofobowym, chemicznym parafinowym lub opóźniającym hydratację cementu w przypadku odkrytego kruszywa;
- ☐ pomost roboczy umożliwiający wykonywanie ręcznie poprawek po niedokładnie za-tartej powierzchni;
- ☐ uchwyty do zamontowania walka z nawiniętą folią służącą do przykrywania na-wierzchni w trakcie jej układania (w przypadku takiej potrzeby) wraz z możliwością zamontowania włókniny służącej do dociskania folii do powierzchni przykrywanej. Folia powinna być szersza od układnej nawierzchni o ok. 1,5 m, tak by po jej rozłożeniu brzegi można było zamocować do podłoża (np. za pomocą nasypianego gruntu) i tym samym zabezpieczyć przed podmuchami wiatru.

b) Nawierzchnia dwuwarstwowa dyblowana i kotwiona (warstwy z tej samej mieszanki):

Do układania tego rodzaju nawierzchni, może być stosowany taki sam zestaw maszyn jak w pkt. a) z tą różnicą, że do maszyny z pomostem roboczym, może być zamocowana sztuczna trawa ciągnięta za maszyną lub mechaniczna szczotka z włosiem stalowym lub z tworzywa sztucznego, służąca do wykonywania uszorstnienia nawierzchni (przy kategorii ruchu KR3÷KR4). Z pomostu tej maszyny, może być również wykonywane uszorstnianie nawierzchni narzędziami ręcznymi tj. szczotkami z włosiem stalowym lub z tworzywa sztucznego.

c) Nawierzchnia jednowarstwowa niedyblowana i niekotwiona:

Do układania tego rodzaju nawierzchni mogą być zastosowane:

➤ *układarki do układania nawierzchni jednowarstwowej, wyposażone m.in. w:*

- ☐ zespół napędowy podwozia gąsienicowego;
- ☐ stół układający mieszankę na całej szerokości zaprojektowanej nawierzchni;
- ☐ automatyczne urządzenia do sterowania stołem w pozycji pionowej i poziomej;
- ☐ deskowanie ślizgowe;
- ☐ zespół wibratorów wglębnych o takim rozmieszczeniu i częstotliwościach pracy, które zapewniają prawidłowe zagęszczenia mieszanki betonowej (np. rozmieszczonych co 40 cm o częstotliwości 200 Hz);
- ☐ mechaniczną zacieraczkę poprzeczną;
- ☐ mechaniczną zacieraczkę wzdłużną;

➤ *maszyny wykonujące nawierzchnię, wyposażone m.in. w:*

- ☐ układ sterowania kierunkiem jazdy pomostu;
- ☐ pomost roboczy umożliwiający wykonywanie ręcznych poprawek po niedokładnie za-tartej powierzchni oraz ręcznego uszarniania za pomocą szczotek z włosiem stalowym;
- ☐ mechaniczne urządzenie do spryskiwania środkiem hydrofobowym;
- ☐ uchwyty do zamocowania ewentualnie sztucznej trawy ciągniętej za maszyną, alternatywnie wykonującej tekstuowanie nawierzchni.

d) Nawierzchnia jednowarstwowa z ciągłym zbrojeniem:

Do układania tego rodzaju nawierzchni może być zastosowany zestaw maszyn jak w pkt. a) odpowiednio zmodyfikowany i dostosowany do potrzeb.

### 3.3.3. Sprzęt do tekstuowania nawierzchni

Do tekstuowania nawierzchni można używać:

- ☐ urządzenie przystosowane do czyszczenia powierzchni wodą pod wysokim ciśnieniem,
- ☐ szczotki mechaniczne z włosiem stalowym-,
- ☐ opcjonalnie w przypadku konieczności poprawienia lokalnie makrostruktury nawierzchni - urządzenie do piaskowania,
- ☐ opcjonalnie w przypadku konieczności poprawienia lokalnie makrostruktury nawierzchni - urządzenie do śrutowania,
- ☐ urządzenie o wymiennych wałach, z tnącymi tarczami diamentowymi o zmiennym ich rozstawie, do podłużnego szlifowania i nacinania nawierzchni w technologii NGCS oraz do odsysania i usuwania powstającego urobku z nawierzchni,
- ☐ maszyna do mechanicznego nanoszenia powłoki parafinowej, jako zabiegu pielęgnacyjnego po tekstuowaniu powierzchni lub powłoki hydrofobowej w celu ograniczenia nasiąkliwości GWN;
- ☐ pomost roboczy z zamontowaną szczotką mechaniczną z włosiem stalowym lub z tworzywa sztucznego dla wykonania tekstury w formie rysy poprzecznej na świeżym betonie.

### 3.3.4. Sprzęt do wykonywania szczelin i ich wypełniania

Do wykonywania szczelin i ich wypełniania powinny być zastosowane:

- ☐ pily tarczowe do mechanicznego cięcia szczelin dylatacyjnych w betonie, wyposażone w automatyczne odsysanie i odprowadzenie (poza jezdnię) szlamu powstałego podczas cięcia na mokro;
- ☐ urządzenie do fazowania krawędzi przy szczelinach na głębokość  $\leq 3$  mm;
- ☐ sprężarka do czyszczenia szczelin sprężonym powietrzem;
- ☐ urządzenie do gruntowania ścianek bocznych szczeliny preparatem gruntującym;
- ☐ urządzenie do wciskania kordu w szczeliny;
- ☐ urządzenie do rozgrzewania i wypełniania szczelin masą zalewową na gorąco, wyposażony w system ogrzewania pośredniego masy zalewowej;
- ☐ urządzenie do wciskania wkładek uszczelniających w szczeliny.

### 3.3.5. Sprzęt do wykonywania dylatacji bitumicznej

Do wykonywania dylatacji bitumicznej powinien być zastosowany sprzęt zgodny z wymaganiami producenta przykrycia dylatacyjnego, tj:

- ☐ pily mechaniczne;

- ☐ młot pneumatyczny;
- ☐ zagęszczarka;
- ☐ sprężarka powietrza 200-300 m<sup>3</sup>/h z filtrem przeciwolejewym;
- ☐ piaskownica;
- ☐ kotły do przygotowania masy zalewowej;
- ☐ suszarkę na gaz propan-butan do podgrzewania kruszywa;
- ☐ wózki - termosy do przechowywania kruszywa;
- ☐ pędzle do nakładania środka gruntującego;
- ☐ sprzęt do transportu pomocniczego.

## 4. TRANSPORT

### 4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST D-M-00 „Wymagania ogólne” pkt.4.

### 4.2. Transport materiałów

**Cement** powinien być przewożony cementowozami - w postaci luźnej o temperaturze cementu poniżej 800 C lub zgodnie z zaleceniami producenta.

**Kruszywo** należy przewozić dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem i zawilgoceniem.

**Geotekstynę** należy przewozić dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających je przed zniszczeniem, rozerwaniem i zawilgoceniem.

**Stal** (dyble kotwy, stal zbrojeniowa) dowolnymi środkami w sposób zabezpieczony przed uszkodzeniem powłok i zgięciem.

**Masy zalewowe** oraz preparaty powłokowe należy przewozić zgodnie z warunkami podanymi w dokumentach producenta. Masę zalewową można przewozić dowolnymi środkami transportu, chroniąc opakowania przed uszkodzeniami mechanicznymi.

**Mieszankę betonową** (z uwagi na konsystencję betonu) należy przewozić samochodami ze skrzyniami stalowymi. Nie dopuszcza się pojazdów ze skrzyniami aluminiowymi ze względu na reakcję cementu z aluminium.

## 5. WYKONANIE ROBÓT

### 5.1. Ogólne zasady wykonania Robót

Ogólne zasady wykonania Robót podano w ST D-M-00 „Wymagania Ogólne” pkt.5.

### 5.2. Wymagania dla betonu nawierzchniowego

Beton nawierzchniowy powinien spełniać wymagania zawarte w Tabeli 14.

**Tabela 14. Wymagania dla betonu nawierzchniowego**

L.p.	Właściwości betonu nawierzchniowego	Wymagania	Metoda badania
1	2	3	4
1	Gęstość, tolerancja w stosunku do betonu wg zatwierdzonej recepty	$\pm 3,0 \%$	PN-EN 12390-7
2	Klasa wytrzymałości na ściskanie w 28 dniu <sup>1)</sup> wg PN-EN 206, nie niższa niż: <ul style="list-style-type: none"> <li>dla kategorii ruchu KR1+KR4</li> <li>dla kategorii ruchu KR5+KR7</li> </ul>	C30/37 C35/45	PN-EN 12390-3
3	Wytrzymałość betonu na zginanie w 28 dniu <sup>1)</sup> twardnienia (średnia z trzech próbek), nie niższa niż: <ul style="list-style-type: none"> <li>dla kategorii ruchu KR1+KR4</li> <li>dla kategorii ruchu KR5+KR7</li> </ul>	4,5 MPa 5,5 MPa	PN-EN 12390-5
4	Wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu w 28 dniu <sup>1)</sup> twardnienia (średnia z trzech próbek sześciennych), nie niższa niż: <ul style="list-style-type: none"> <li>dla kategorii ruchu KR1+KR4</li> <li>dla kategorii ruchu KR5+KR7</li> </ul>	3,0 MPa 3,5 MPa	PN-EN 12390-6
5	Kategoria mrozoodporności w 28 dniu <sup>1)</sup> wg PN-EN 13877-2 (dla GWN oraz JWN), nie niższa niż: <ul style="list-style-type: none"> <li>dla betonów w klasie ekspozycji XF4 dla nawierzchni z innym rodzajem uszorstnienia niż kruszywo odkryte (Tabela 21 l.p. 2)</li> <li>dla betonów w klasie ekspozycji XF4 dla nawierzchni z kruszywem odkrytym (w poszczególnych strefach)</li> </ul>	FT2  Tabela 22	PKN-CEN/TS EN 12390-9
6	Charakterystyka porów powietrznych w betonie: - zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3mm ( $A_{300}$ ), % - wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie, $\bar{L}$ mm	$\geq 1,5$ $\leq 0,200$	PN-EN 480-11 lub Zał. 3 dla odwiertów
7	Odporność na wnikanie benzyny i oleju <sup>2)</sup>	$\leq 30$ mm	PN-EN 13877-2 Zał. B
8	Mrozoodporność F150, przy badaniu odporności betonu na działanie mrozu w 28 dniu <sup>2)</sup> (dla DWN i JWN) <ul style="list-style-type: none"> <li>ubytek masy próbki, nie więcej niż, %</li> <li>spadek wytrzymałości na ściskanie, nie więcej niż, %</li> </ul>	5 20	PN-B-06265

<sup>1)</sup> lub w czasie równoważnym w stosunku do 28 dni twardnienia, wynikającym z charakterystyki użytego cementu wg Tabeli 15.

<sup>2)</sup> Wymaganie odnosi się tylko do nawierzchni betonowych o wysokim ryzyku pojawiania się na nich paliwa lub oleju np. punkty poboru opłat, stacje benzynowe, parkingi, miejsca obsługi podróżnych.

**Tabela 15. Czas wykonywania badań w zależności od zastosowanego cementu**

Rodzaj cementu	Czas równoważny [dni]
CEM I (R), CEM II/A-S (R)	28 dni
CEM I (N), CEM II/A-S (N), CEM II/B-S (N, R), CEM II/A-LL, CEM II/A-V, CEM II/A-M (S-V), CEM II/A-M (S-LL)	56 dni
CEM III/A	90 dni

### 5.3. Skład mieszanki betonowej i właściwości betonu

Przed przystąpieniem do wykonywania nawierzchni betonowej Wykonawca z odpowiednim wyprzedzeniem czasowym dostarczy Inżynierowi do zatwierdzenia projekt składu mieszanki betonowej (opracowany zgodnie z wymaganiami określonymi w Tabeli 15) wraz z wynikami badań laboratoryjnych (pkt. 5.4 i 5.5) z wykonanych zarobów próbnych oraz dokumentami potwierdzającymi zgodność użytych materiałów wsadowych z wymaganiami określonymi w pkt. 2.

Po uprzednim sprawdzeniu merytorycznym, Inżynier/Inspektor Nadzoru zobowiązany jest przekazać powyższy projekt recepty wraz z otrzymanymi załącznikami i próbkami materiałów wsadowych (pobranymi w jego obecności) do Laboratorium Zamawiającego w celu przeprowadzenia badań sprawdzających na zarobach próbnych (dopuszcza się wykonanie zarobu próbnego na wytwórni mieszanki betonowej) i porównaniu otrzymanych wyników z wymaganiami specyfikacji.

#### 5.3.1. Skład granulometryczny

Maksymalny wymiar kruszywa nie powinien przekraczać  $1/4$  grubości warstwy. Dla nawierzchni betonowych dylatowanych zbrojonych i dla nawierzchni o zbrojeniu ciągłym, maksymalny wymiar kruszywa nie powinien przekraczać  $1/3$  długości przestrzeni pomiędzy podłużnymi prętami zbrojeniowymi.

Skład mieszanki betonowej powinien być tak dobrany, aby zapewniał uzyskanie wymaganych właściwości projektowanego betonu nawierzchniowego oraz wymagań funkcjonalnych nawierzchni betonowej w przyjętych warunkach realizacji robót.

W celu spełnienia wymagań dla górnej warstwy nawierzchni betonowej o odkrytym kruszywie odnośnie makrotekstry oraz współczynnika tarcia, zaleca się stosowanie mieszanki kruszyw  $0/8$  mm o nieciągłym uziarnieniu.

W przypadku dwuwarstwowych nawierzchni NGCS, do górnej warstwy zaleca się stosowanie mieszanki kruszyw o uziarnieniu  $0/16$  lub  $0/22$  mm.

Krzywe dobrego uziarnienia mieszanki kruszyw, które mogą być wykorzystane do projektowania betonu nawierzchniowego, określa Tabela 16.

**Tabela 16. Zalecane/informacyjne graniczne uziarnienie mieszanki mineralnej**

Sito #, [mm]	Przechodzi przez sito, [%]				
	Mieszanka mineralna $0/8$ mm	Mieszanka mineralna $0/16$ mm	Mieszanka mineralna $0/22,4$ mm	Mieszanka mineralna $0/31,5$ mm	Mieszanka mineralna $0/8$ mm o nieciągłym uziarnieniu
31,5	-	-	-	100	-
22,4	-	-	100	$74 \div 88$	-
16,0	-	100	$62 \div 85$	$62 \div 80$	-
8,0	100	$60 \div 76$	$38 \div 68$	$38 \div 62$	100
4,0	$61 \div 74$	$36 \div 56$	$22 \div 52$	$23 \div 47$	$30 \div 74$
2,0	$36 \div 57$	$21 \div 42$	$14 \div 40$	$14 \div 37$	$30 \div 57$
1,0	$21 \div 42$	$12 \div 32$	$8 \div 30$	$8 \div 28$	$21 \div 42$
0,5	$14 \div 26$	$8 \div 20$	$5 \div 19$	$5 \div 18$	$14 \div 26$
0,25	$5 \div 11$	$3 \div 8$	$2 \div 8$	$2 \div 8$	$5 \div 11$

### 5.3.2. Zawartość składników drobnoziarnistych

Zaleca się, aby zawartość cementu oraz ziaren do  $0,25$  mm, mieściła się w przedziale  $450 \div 520$  kg/m<sup>3</sup>.

### 5.3.3. Zawartość cementu

W przypadku betonu dla dróg kategorii ruchu tj. KR5÷KR7 zawartość cementu nie może być mniejsza niż 360 kg/m<sup>3</sup>.

Przy wykonywaniu nawierzchni z betonu z odkrytym kruszywem zawartość cementu w górnej warstwie betonu dla zapewnienia wymaganych właściwości nie może być mniejsza niż 420 kg/m<sup>3</sup>.

### 5.3.4. Wskaźnik w/c

Wskaźnik woda/cement (w/c), określany jako stosunek efektywnej zawartości masy wody do zawartości masy cementu w mieszance betonowej, nie może przekroczyć wartości 0,45. Niedopuszczalne jest doliczanie dodatków do betonu do wskaźnika woda/cement.

## 5.4. Zakres badań na etapie zatwierdzania recepty

Przed zatwierdzeniem recepty, należy wykonać niżej wymienione badania:

### 5.4.1. Zakres badań dla zaprojektowanej mieszanki betonowej

Rodzaj badań:

- ☐ konsystencja metodą opadu stożka wg PN-EN 12350-2 lub metodą Vebe wg PN-EN 12350-3 lub metodą stopnia zagęszczalności wg PN-EN 12350-4,
- ☐ zawartość powietrza wg PN-EN 12350-7,

- gęstość wg PN-EN 12350-6.

#### 5.4.1.1. Konsystencja

Konsystencja mieszanki betonowej powinna być dostosowana do warunków transportu, technologicznych warunków układania i zagęszczania. Ilość wody dodanej do mieszanki betonowej po uwzględnieniu danej wilgotności własnej kruszywa, czynników pogodowych oraz sposobu transportu należy ustalić w taki sposób, aby beton miał odpowiednią konsystencję, możliwa była jego obróbka, nie dochodziło do segregacji, a podczas zagęszczania powstawała jednorodna, szczelna struktura oraz została osiągnięta wymagana forma nawierzchni. Dopuszcza się konsystencję S1 ÷ S2 sprawdzaną metodą stożka opadowego wg PN-EN 12350-2, konsystencję V2 ÷ V4 sprawdzaną metodą Ve-Be wg PN-EN 12350-3, lub konsystencję C1-C2 sprawdzaną metodą stopnia zagęszczalności wg PN-EN 12350-4.

Przy wbudowywaniu betonu w deskowaniu ślizgowym, należy przyjąć taką konsystencję betonu, aby świeżo ułożona i zagęszczona nawierzchnia (po przesunięciu dekowania) nie odkształcała się tzn. nie opadała krawędź boczna.

#### 5.4.1.2. Zawartość powietrza w mieszance betonowej

Zawartość powietrza w mieszance betonowej należy oznaczać zgodnie z PN-EN 12350-7.

Zawartość powietrza badana na etapach:

- projektowania składu mieszanki betonowej,
  - zatwierdzania recepty,
  - próby technologicznej,
  - kontroli podczas realizacji robót,
- powinna spełniać wymagania podane w Tabeli 17.

**Tabela 17. Wymagana zawartość powietrza w mieszance betonowej**

Maksymalny wymiar ziaren kruszywa	Etap wykonywania badań	
	Projektowanie składu mieszanki betonowej	Zatwierdzanie recepty, próba technologiczna, kontrola jakości robót
1	2	3
mm	% objętości	% objętości
8,0	5,0 ÷ 6,5	Wartości z projektowania składu mieszanki (kol. 2) z uwzględnieniem tolerancji pomiarowej: -0,5; +1,0
16,0; 22,4	4,5 ÷ 6,0	
31,5	4,0 ÷ 5,5	

#### 5.4.2. Zakres badań stwardniałego betonu nawierzchniowego

- gęstość wg PN-EN 12390-7,
- wytrzymałość na ściskanie wg PN-EN 12390-3,
- wytrzymałość na zginanie wg PN-EN 12390-5,
- wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu wg PN-EN 12390-6,
- odporność na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzającej wg PKN-CEN/TS EN 12390-9, (górne warstwy nawierzchni);
- mrozoodporność F150 wg PN-B-06265 (dolne warstwy nawierzchni, nawierzchnie jednowarstwowe);
- charakterystyka porów powietrznych w betonie wg PN-EN 480-11,
- odporność na wnikanie benzyny i oleju zgodnie z PN-EN 13877-2 Zał. B.

#### 5.4.2.1. Gęstość betonu

Gęstość stwardniałego betonu powinna być zgodna z gęstością recepturową z tolerancją  $\pm 3,0$  %. Badanie należy przeprowadzić zgodnie z PN-EN 12390-7 poprzez wyparcie wody dla próbek w stanie nasycenia.

#### 5.4.2.2. Badanie wytrzymałości na ściskanie

Badanie wytrzymałości na ściskanie wykonuje się wg PN-EN 12390-3.

Beton kwalifikuje się do danej klasy wytrzymałości na ściskanie, jeżeli spełnione są wymagania dla wytrzymałości średniej i minimalnej podane w Tabeli 18.

**Tabela 18. Klasyfikacja betonu ze względu na klasę wytrzymałości na ściskanie**

Klasa wytrzymałości	Rodzaj wytrzymałości	Wytrzymałość na kostkach sześciennych o boku 150 mm [MPa (N/mm <sup>2</sup> )]	Wytrzymałość na walcach o średnicy 150 mm i wysokości 300 mm [MPa (N/mm <sup>2</sup> )]
C30/37	Wytrzymałość średnia	≥ 41,0	≥ 34,0
	Wytrzymałość minimalna	≥ 33,0	≥ 26,0
C35/45	Wytrzymałość średnia	≥ 49,0	≥ 39,0
	Wytrzymałość minimalna	≥ 41,0	≥ 31,0

#### 5.4.2.3. Badanie wytrzymałości betonu na zginanie

Badanie wytrzymałości na zginanie wykonuje się wg PN-EN 12390-5 przy dwupunktowym obciążeniu próbki - belki prostopadłościenną o wymiarach 150x150x600÷750 mm. Wymagania podano w Tabeli 19.

**Tabela 19. Wytrzymałość betonu na zginanie**

Wytrzymałość betonu na zginanie w 28/56/90 dniu twardnienia (w zależności od zastosowanego cementu, średnia z trzech próbek), nie niższa niż: - dla kategorii ruchu KR1÷KR4 - dla kategorii ruchu KR5÷KR7	4,5 MPa 5,5 MPa
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------

#### 5.4.2.4. Badanie wytrzymałości betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu

Badanie wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu wykonuje się na próbkach formowanych sześciennych o boku a=150 mm, zgodnie z PN- EN 12390-6.

Wymagania podane są w Tabeli 20.

**Tabela 20. Wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu**

Wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu w 28/56/90 dniu twardnienia (w zależności od zastosowanego cementu, średnia z trzech próbek) nie niższa niż: - dla kategorii ruchu KR1÷KR4 - dla kategorii ruchu KR5÷KR7	3,0 MPa 3,5 MPa
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------

#### 5.4.2.5. Badanie odporności na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzającej

Badanie odporności na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzającej, należy wykonywać odpowiednio w odniesieniu do technologii wykonania tekstury nawierzchni:

- dla nawierzchni z teksturą inną niż GWN z odkrytym kruszywem,
- dla GWN z odkrytym kruszywem,
- dla nawierzchni jednowarstwowej (JWN).

##### 5.4.2.5.1 Nawierzchnia z teksturą wykonaną w technologii innej niż z kruszywem odkrytym.

Dla nawierzchni z makroteksturą określoną w pkt.5.6 (poza kruszywem odkrytym), badanie odporności na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzającej wykonuje się wg PKN-CEN/TS EN 12390-9 na próbkach sześciennych o boku a=150 mm.

Beton można zakwalifikować do odpowiedniej kategorii mrozoodporności wg PN-EN 13877-2 jeżeli spełnione są warunki podane w Tabeli 21.

**Tabela 21. Kategorie odporności na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzającej**

L.p.	Kategoria	Ubytek masy po 28 cyklach (m <sub>28</sub> )	Ubytek masy po 56 cyklach (m <sub>56</sub> )	Stopień ubytku m <sub>56</sub> /m <sub>28</sub>
1	FT1	Wartość średnia ≤ 1,0 kg/m <sup>2</sup> , przy czym żaden pojedynczy wynik >1,5 kg/m <sup>2</sup>	Brak wymagań	Brak wymagań
2	FT2	Średnia ≤ 0,5 kg/m <sup>2</sup>	Wartość średnia ≤ 1,0 kg/m <sup>2</sup> , przy czym żaden pojedynczy wynik >1,5 kg/m <sup>2</sup>	≤ 2

##### 5.4.2.5.2 Nawierzchnie z teksturą wykonaną w technologii odkrytego kruszywa.

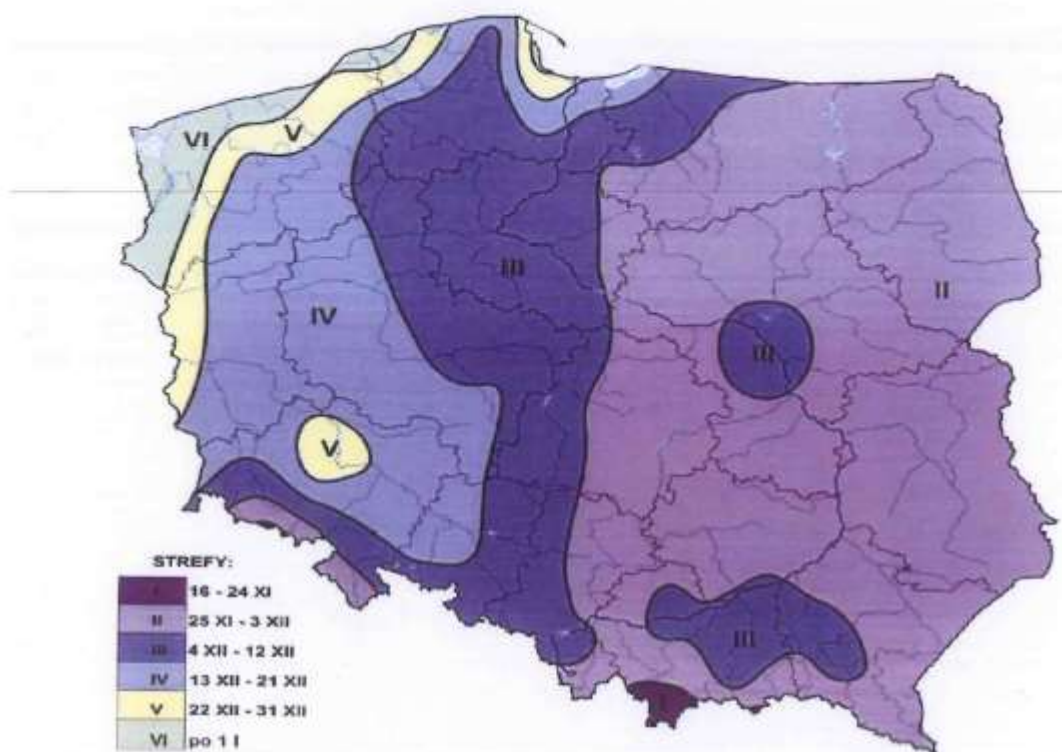
Dla nawierzchni z makroteksturą w postaci kruszywa odkrytego, badanie odporności na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzającej wykonuje się wg PKN-CEN/TS EN 12390-9 na próbkach sześciennych o boku a=150 mm.

GWN z odkrytym kruszywem zalecana jest do wykonania na drogach kategorii ruchu KR5-7. Istotą tej metody jest usunięcie zaprawy cementowej na określoną głębokość z przestrzeni pomiędzy ziarnami kruszywa. Istotne znaczenie dla nawierzchni ma długość trwania warunków zimowych, a tym samym czas chemicznego oddziaływania podczas zimowego utrzymywania zgodnie z Tabelą 22.

**Tabela 22. Charakterystyka stref rozpoczęcia sezonu zimowego w Polsce w okresie 1981-2013**

Strefa	Srednia data początku sezonu zimowego	Srednia data końca sezonu zimowego	Srednia długość sezonu zimowego	Data pierwszego dnia z $T_{sz} < 0^{\circ}\text{C}$	Data ostatniego dnia z $T_{sz} < 0^{\circ}\text{C}$
I	16.11	22.03	127	4.10	30.04
II	25.11	15.03	94	1.10	30.04
III	4.12	03.03	77	15.10	24.04
IV	13.12	04.03	70	14.10	16.04
V	22.12	23.02	55	18.10	13.04
VI	01.01	22.02	32	1.11	13.04

**Mapa stref rozpoczęcia sezonu zimowego w Polsce według  
Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej**



Wymagania z zachowaniem zasad normy PN-EN 13877-2 dla nawierzchni z kruszywem odkrytym zlokalizowanych w poszczególnych strefach przedstawione są w Tabeli 23.

**Tabela 23. Kryteria zgodności do oceny odporności betonu górnej warstwy nawierzchni z „odkrytym kruszywem” na cykliczne zamrażanie - odmrażanie przy udziale soli odladzającej**

L.p.	Lokalizacja nawierzchni betonowej z „odkrytym kruszywem”	Ubytek masy po 28 cyklach ( $m_{28}$ )	Ubytek masy po 56 cyklach ( $m_{56}$ )	Stopień ubytku $m_{56}/m_{28}$
1	nawierzchnia betonowa w strefie I-II	wartość średnia $\leq 0,2 \text{ kg/m}^2$ , przy czym żaden pojedynczy wynik $> 0,4 \text{ kg/m}^2$	wartość średnia $\leq 0,4 \text{ kg/m}^2$ , przy czym żaden pojedynczy wynik $> 0,8 \text{ kg/m}^2$	brak wymagań
2	nawierzchnia betonowa w strefie III-VI	wartość średnia $\leq 0,250 \text{ kg/m}^2$ , przy czym żaden pojedynczy wynik $> 0,5 \text{ kg/m}^2$	wartość średnia $\leq 0,50 \text{ kg/m}^2$ , przy czym żaden pojedynczy wynik $> 1,0 \text{ kg/m}^2$	$\leq 2$

#### 5.4.2.6. Charakterystyka porów powietrznych w betonie

Charakterystykę porów powietrznych w betonie wykonuje się wg PN-EN 480-11 na próbkach o wymiarach 100x150x40 mm lub 100x100x20 mm, wyciętych z kostek formowanych o boku  $a=150 \text{ mm}$  lub zgodnie z Instrukcją - Załącznikiem 3 dla próbek z odwiertów rdzeniowych o średnicy  $\Phi=150 \text{ mm}$ .

Wymagania funkcjonalne nawierzchni betonowej dotyczące charakterystyki porów powietrznych w stwardniałym betonie należy przyjmować wg Tabeli 14 pkt. 6.

#### 5.4.2.7. Badanie odporności na wnikanie benzyny i oleju.

Badanie odporności na wnikanie benzyny i oleju wykonuje się wg PN-EN 13877-2 Zał. B. na próbkach sześciennych o boku  $d=150 \text{ mm}$ . Wymaganie przedstawiono w Tabeli 10, które odnosi się tylko do nawierzchni betonowych o wysokim ryzyku pojawiania się na nich paliwa lub oleju np. punkty poboru opłat, parkingi, miejsca obsługi podróżnych.

#### 5.4.2.8. Badanie odporności betonu na działanie mrozu

Badanie odporności betonu na działanie mrozu należy wykonać dla dróg o kategorii ruchu KR4÷KR7 (jedno i dwuwarstwowych) zgodnie z PN-B-06265, po 150 cyklach zamrażania/odmrażania, na próbkach o wymiarach sporządzonych i pielęgnowanych wg w/w normy. Wyniki badań powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w Tabeli 14.

#### 5.4.2.9. Grubość nawierzchni

Pomiar grubości nawierzchni wykonuje się w trakcie wykonywania nawierzchni oraz na próbkach odwierconych o średnicy  $d=100$  mm.

Grubość jest określona jako średnia arytmetyczna z poszczególnych odwierconych próbek w badanej lokalizacji. Żaden wynik pomiaru grubości odwiertu nie powinien być mniejszy niż wartość projektowana minus wartość 5 mm, dla kategorii T5 (wg normy PN-EN 13877-2 Tabela 4).

Dla nawierzchni betonowej o zbrojeniu ciągłym (NBZC), żaden wynik pomiaru grubości odwiertu nie powinien być mniejszy niż wartość projektowana minus wartość 5 mm i nie większa niż zaprojektowana plus 10 mm.

W przypadku nawierzchni betonowej wykonanej w:

- a) układzie dwuwarstwowym - w technologii „mokre na mokre” górna warstwa o grubości 9-10 cm, pozostała grubość przypisana jest warstwie dolnej,
- b) układzie dwuwarstwowym z odkrytym kruszywem w technologii „mokre na mokre” górna warstwa o grubości 4-5 cm, pozostała grubość przypisana jest warstwie dolnej.

W przypadku zastosowania technologii NGCS dla teksturowania nawierzchni nowo wykonanych zaleca się, aby dla nawierzchni dwuwarstwowych górna warstwa nawierzchni (GWN) miała 9-10 cm grubości. Ze względu na późniejsze, kolejne zastosowania technologii NGCS na tej samej nawierzchni, już na etapie projektowania konstrukcji nawierzchni, grubość płyty betonowej należy powiększyć o 1 cm w stosunku do rozwiązań KTKNS lub w stosunku do indywidualnie zaprojektowanego projektu konstrukcji nawierzchni.

#### 5.4.2.10. Połączenie między warstwami

Połączenie pomiędzy dwoma warstwami powinno zostać oznaczone zgodnie z EN-PN 13863-2. Wartość wytrzymałości charakterystycznej połączenia powinna wynosić min. 1,0 MPa. Badanie należy wykonać na próbkach pobranych z miejsc, w których była zatrzymana maszyna układająca, na czas dłuższy niż 30 minut.

### 5.5. Warunki przystąpienia do robót

#### 5.5.1. Przygotowanie podłoża

Bezpośrednim podłożem nawierzchni betonowej jest warstwa przeciwoerozyjna (warstwa poślizgowa (pkt.2.8) ułożona na podbudowie z kruszywa związanego hydraulicznie.

Można również podbudowę wykonać z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie i wówczas nie stosuje się warstwy poślizgowej.

Przy nawierzchniach o zbrojeniu ciągłym, na podbudowach układa się warstwę przeciwoerozyjną tylko z betonu asfaltowego.

Podbudowa powinna być szersza od układanej nawierzchni o szerokość pozwalającą na poruszanie się po niej zespołu maszyn wbudowujących mieszankę. Warstwa poślizgowa z geowłókniny, powierzchniowego utrwalenia powinna być szersza o min 2 x15 cm od układanej nawierzchni jezdni.

Podbudowa powinna być wykonana wg wymagań i zasad określonych w odrębnie napisanych specyfikacjach.

Przed ułożeniem warstwy poślizgowej, Inżynier powinien dokonać odbioru podbudowy która powinna być czysta, równa oraz sucha (dotyczy warstwy powierzchniowego utrwalenia) i przy braku zastrzeżeń, wydać Wykonawcy pozwolenie na ułożenie warstwy poślizgowej.

Jedną ze stosowanych rodzajów warstw poślizgowych jest geowłóknina, która powinna być:

- a) układana mechanicznie (rozwijana z wálka zamocowanego na ciągniku),
- b) po odpowiednim naciągnięciu, przymocowana do podłoża za pomocą gwoździ z podkładkami,
- c) zroszona wodą, przed wbudowywaniem mieszanki betonowej,
- d) złączona podłużnie i poprzecznie na zakładkę przy zakładach nie mniejszych niż 15 cm, a ilość warstw łączona jednym gwoździem, nie może być większa niż trzy.

Po ułożeniu i zamocowaniu, geowłóknina nie może być:

- a) zdeformowana (pozagniatana, pofalowana),
- b) uszkodzona (porozrywana) przez koła samochodów transportowych dowożących mieszankę. Dopuszcza się bardzo wolny ruch pojazdów, bez gwałtownych skrętów mogących spowodować zerwania i sfalowania geowłókniny.

### 5.5.2. Próba technologiczna

Warunkiem przystąpienia Wykonawcy do Robót, jest wykonanie (z odpowiednim wyprzedzeniem) próby technologicznej na odcinku próbnym dla sprawdzenia:

- ☐ przygotowania Wykonawcy do procesu układania nawierzchni betonowej w zakresie sprawności: sprzętu, maszyn, transportu, wytwórni betonu;
- ☐ prawidłowości przygotowania procesu technologicznego budowy nawierzchni;
- ☐ parametrów betonu wyprodukowanego w wytwórni betonu.

Po odebraniu przez Inżyniera wytwórni mieszanek betonowych oraz po zaakceptowaniu przez niego zgłoszonych maszyn i urządzeń do wykonywania nawierzchni betonowej, a także po zatwierdzeniu recepty, Wykonawca zgłasza gotowość wykonania odcinka próbnego nawierzchni betonowej, proponując termin i lokalizację. Po zaakceptowaniu zgłoszenia, Inżynier/Inspektor Nadzoru przekazuje informacje do Laboratorium Zamawiającego, które powinno być obecne przy próbie technologicznej w celu pobrania próbek do przeprowadzenia wszystkich badań mieszanki i cech fizycznych stwardniałego betonu (jak przy sprawdzaniu projektu recepty). Wyniki z tych badań powinny być zgodne z wynikami uzyskanymi podczas sprawdzania recepty i wymaganiami specyfikacji. Ponadto, na wykonanej nawierzchni, Laboratorium Zamawiającego w obecności Inżyniera/Inspektora Nadzoru i Wykonawcy powinno przeprowadzić m.in. badania:

- a) na odcinku próbnym o długości pozwalającym na wykonanie poniższych badań, przy wykonywaniu nawierzchni dla ruchu KR5-KR7:

- ☐ równość podłużną i poprzeczną,
- ☐ głębokość makrotekstury, na odcinku próbnym o długości pozwalającym na wykonanie poniższych badań
- ☐ współczynnik tarcia,
- ☐ grubość,

- b) na odcinku próbnym o długości pozwalającym na wykonanie poniższych badań, przy wykonywaniu nawierzchni dla ruchu KR1-KR4:

- ☐ równość podłużną i poprzeczną,
- ☐ głębokość makrotekstury,
- ☐ współczynnik tarcia,
- ☐ grubość.

Długość odcinka próbnego Wykonawca ma uzgodnić z Zamawiającym.

Wszystkie wyniki badań i pomiarów zbiera Inżynier i po ich analizie wydaje zgodę na wykonywanie nawierzchni na ciągu głównym lub nie wydaje zgody i wówczas Wykonawca jest zobowiązany wykonać próbę jeszcze raz z uwzględnieniem uwag Inżyniera a wykonany odcinek rozebrać na własny koszt.

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć materiałów oraz sprzętu do wytworzenia mieszanki betonowej i jej rozkładania, jak na ciągu docelowym.

### 5.5.3. Organizacja produkcji mieszanki betonowej

Mieszanka betonowa przeznaczona do budowy nawierzchni drogowych powinna być wytwarzana w wytwórniach betonu o wydajnościach zapewniających ciągłość produkcji i potrzeby danej budowy.

Wytwórnia betonu powinna posiadać odpowiednie zaplecze produkcyjne, m.in.:

- ☐ plac o nawierzchni utwardzonej;
- ☐ zasieki dla każdej frakcji kruszywa (z oznakowaniem frakcji na tabliczkach) oraz z zabezpieczeniem uniemożliwiającym wzajemne mieszanie się kruszyw;
- ☐ zasobniki (silosy) do przechowywania cementu;
- ☐ transport wewnętrzny.

Odległość węzła betoniarzkiego od miejsca wbudowania mieszanki betonowej musi być jak najmniejsza gdyż łączny czas: produkcji, dostawy i wbudowania nie może być dłuższy od czasu początku wiązania cementu.

#### 5.5.4. Technologia produkcji mieszanki betonowej

Czas mieszania w mieszalnikach o mieszanii wymuszonym powinien wynosić, co najmniej 45 sekund i zapewnić jednorodność i stabilność urabialności mieszanki betonowej. W przypadku stosowania domieszki uplastyczniającej lub upłynniającej należy przestrzegać właściwej kolejności dozowania. Kolejność i moment dozowania domieszek należy ustalić doświadczalnie w Laboratorium, podczas wykonywania zarobów próbnych i zgodnie z zaleceniami producenta.

Recepta powinna być korygowana na bieżąco o wartości wilgotności kruszyw. Producent betonu powinien zapewnić niezbędną obsługę laboratoryjną do weryfikacji wilgotności kruszyw minimum raz na dobę dla produkcji nieciągłej i minimum dwa razy na dobę dla produkcji ciągłej. Wskazania automatycznych higrometrów będących na wyposażeniu węzłów betoniarskich należy traktować orientacyjnie.

Do wytwarzania betonu nie dopuszcza się cementu o temperaturze wyższej niż 80°C.

Wytwórnia musi wyprodukować, a samochody muszą przewieźć na miejsce wbudowywania taką ilość mieszanki by maszyna układająca nawierzchnię mogła pracować bez zatrzymań na każdej dziennej działce. Każde zatrzymanie maszyny skutkuje powstaniem nierówności podłużnej.

Stosowany na wytwórni system kontroli produkcji mieszanki betonowej, powinien być zgodny z wymaganiami normy PN-EN 206 oraz rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17.11.2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. poz.196 z późniejszymi zmianami).

#### 5.5.5. Warunki pogodowe

Nawierzchnie betonowe powinny być wykonywane w temperaturze powietrza nie niższej niż +5°C i nie wyższej od +25°C (w ciągu całej doby). Dopuszcza się wykonywanie nawierzchni betonowej w temperaturze powyżej +25°C pod warunkiem, że temperatura mieszanki betonowej nie przekroczy +30°C.

W przypadkach koniecznych dopuszcza się wykonywanie nawierzchni betonowej w temperaturze powietrza poniżej +5°C pod warunkiem stosowania zabiegów specjalnych pozwalających na utrzymanie temperatury mieszanki betonowej powyżej +5°C przez okres, co najmniej 3 dni. Przy temperaturze powietrza poniżej -3°C betonowanie należy przerwać. Betonowania nie należy wykonywać podczas opadów deszczu. Dopuszczalny zakres temperatury mieszanki betonowej i temperatury powietrza przedstawiono w Tabeli 24.

**Tabela 24. Dopuszczalny zakres temperatur dla wykonywania nawierzchni betonowych**

Temperatura powietrza $t_p$ [°C]	Temperatura układanej mieszanki betonowej $t_b$ [°C]	Uwagi
$+5 < t_p \leq +25$	$+5 < t_b \leq +30$	dopuszcza się prowadzenie robót
$+25 < t_p < +30$	$t_b \leq +30$	dopuszcza się przy zastosowaniu zabiegów specjalnych
$t_p < -3$	$t_b < +5$	nie dopuszcza się betonowania
$t_p < -3$	$t_b > +30$	nie dopuszcza się betonowania

#### 5.5.6. Transport mieszanki betonowej

Transport mieszanki betonowej powinien odbywać się samochodami ze skrzyniami stalowymi. Nie należy stosować samochodów ze skrzyniami aluminiowymi, gdyż podczas transportu oraz rozładunku, starte (przez kruszywo w betonie) cząstki aluminium wchodzi w reakcję z wodorotlenkiem wapnia zawartym w betonie i wydziela się wodór, który to wywiera ciśnienie w zaprawie i przemieszcza się ku powierzchni pozostawiając kanał w świeżym betonie.

Po stwardnieniu betonu w tym miejscu pozostaje widoczne koliste wzniesienie z węglanu wapnia. To zjawisko może być powodem degradacji nawierzchni.

Czas transportu od wytwórni do miejsca jej wbudowania powinien być uzależniony od właściwości mieszanki betonowej i temperatury otoczenia.

Mieszanki betonowe o różnym składzie na górną i na dolną warstwę muszą być transportowane oddzielnymi samochodami.

Liczba środków transportowych musi zapewnić ciągłą pracę zespołu układającego mieszankę betonową. Podczas transportu i oczekiwania na rozładunek, mieszanka betonowa powinna być skutecznie zabezpieczona przed nadmierną utratą wilgotności. Wykonawca musi uzyskać akceptację Inżyniera na zgłoszone środki transportu oraz na harmonogram dostaw. Podczas transportu, mieszanka nie może być narażona na:

- ☐ segregację składników,
- ☐ zmienność składu,
- ☐ zanieczyszczenia,
- ☐ zmianę projektowanych właściwości przy wbudowaniu.

### 5.5.7. Wbudowywanie mieszanki betonowej

Wbudowanie mieszanki betonowej (wykonanie warstwy nawierzchniowej) można wykonać w następujących opcjach:

- a) układ jednowarstwowy
- b) układ dwuwarstwowy - stosowany w technologii „mokre na mokre”, górna warstwa o grubości 9-10 cm, pozostała grubość przypisana jest warstwie dolnej. Obie warstwy mają taką samą wytrzymałość.
- c) układ dwuwarstwowy z „odkrytym kruszywem”, układany „mokre na mokre”, górna warstwa o grubości 4 - 5 cm, pozostała grubość przypisana jest warstwie dolnej. Obie warstwy mają taką samą wytrzymałość.

Proces wbudowywania i zagęszczania (łącznie z wytworzeniem i transportem) mieszanki powinien być zakończony przed rozpoczęciem wiązania zastosowanego cementu. Po upływie tego czasu, każdy samochód z ładunkiem mieszanki musi być usunięty z budowy.

Czas ten należy ustalać na podstawie dokumentu wystawionego przez WB (węzeł betonowy) z podaną godziną załadunku, a stwierdzonym czasem rozładunku przy układaniu nawierzchni betonowej.

W każdym przypadku zatrzymania maszyny na czas dłuższy niż czas początku wiązania cementu, może nastąpić niebezpieczeństwo nieodpowiedniego połączenia ze sobą warstw i brak możliwości zagęszczenia mieszanki, więc należy w tym miejscu wyjechać maszyną i wykonać szczelinę konstrukcyjną określoną w pkt. 1.4.

Jeżeli niweleta drogi ma pochylenie podłużne większe od 4%, to należy odwrócić kierunek rozkładania mieszanki betowej - z dołu do góry w celu zapobieżenia powstaniu spękań powierzchniowych od rozciągania.

Miejsca połączeń nawierzchni betonowej z elementami infrastruktury drogowej (np. studzienki kanalizacyjne, telefoniczne, elementy prefabrykowane, krawężnik) należy uszczelnić na całej grubości nawierzchni betonowej np.: taśmami bitumicznymi samoprzylepnymi o grubości min. 10 mm.

Miejsca połączeń nawierzchni betonowej z nawierzchnią asfaltową, należy łączyć za pomocą dylatacji opisanej w pkt. 5.7.12 lub innych rozwiązań określonych w Dokumentacji projektowej.

Wbudowywanie mieszanki betonowej może odbywać się w sposób ręczny i mechaniczny.

Układanie ręczne mieszanki dopuszcza się w miejscach trudnodostępnych dla maszyn i za zgodą Inżyniera. Należy wówczas wbudowywać ją w jednej warstwie tak, by nie miała miejsca segregacja kruszywa i nie powstały strefy o nierównomiernym zagęszczeniu. Mieszanke należy zagęszczać listwami wibracyjnymi na całej szerokości płyty i wibratorami wgłębnymi w pobliżu deskowań lub krawędzi wcześniej ułożonych płyt. Wibratory te nie mogą służyć do wstępnego rozprowadzania mieszanki betonowej w obrysie deskowań.

Wymieniane płyty w ułożonej nawierzchni o kategorii ruchu KR5÷KR7, należy odtworzyć w tej samej technologii.

Do mechanicznego wbudowywania mieszanki należy używać odpowiednio dobranego zestawu maszyn opisanego w pkt. 3.3.

Ruch maszyn powinien być płynny, bez zatrzymań, co zabezpiecza przed powstawaniem nierówności. Zalecana prędkość przesuwu powinna być zgodna z danymi producenta maszyny oraz otrzymanymi z odcinka próbnego.

Nawierzchnie betonowe dla kategorii ruchu KR3 ÷ KR7, powinny być zazbrojone w stal w postaci dybli i kotew albo alternatywnie zbrojenia ciągłego przy KR7. Dyble i kotwy mogą być wbudowane:

- ☐ ręcznie: na kosztach,
- ☐ mechanicznie przez urządzenie znajdujące się w maszynie.

Wbudowywanie mechaniczne mieszanki odbywa się za pomocą odpowiednich zestawów maszyn:

a. pierwsza maszyna (z zestawu) - układa mieszanke betonowa w warstwie dolnej o grubości (określonej w dokumentacji), a na jej powierzchni, urządzenie automatycznie wwibrowywuje dyble (pkt. 2.9.1) równoległe do osi jezdni - w miejscach i ilości określonej w dokumentacji, z zachowaniem tolerancji odległości między nimi  $\pm 50$  mm, przesunięcia wzdłużnego dybli względem dylatacji  $\pm 50$  mm, tolerancji głębokości  $\pm 20$  mm i tolerancją położenia  $\pm 20$  mm w płaszczyźnie (osi) pionowej i poziomej (nieosiowość pionowa i pozioma).

Na powierzchni wykonanej nawierzchni w tych miejscach (nad dyblami w połowie ich długości) będą nacinane szczeliny poprzeczne skurczowe. Na poziomie dybli, wwibrowywane są również automatycznie lub ręcznie kotwy (pkt. 2.9.2) prostopadle do osi jezdni w miejscach i ilości określonej w dokumentacji, z zachowaniem tolerancji odległości między nimi  $\pm 50$  mm, przesunięcia wzdłużnego kotew względem dylatacji  $\pm 50$  mm, tolerancji głębokości  $\pm 20$  mm i tolerancją położenia  $\pm 20$  mm w płaszczyźnie (osi) pionowej i poziomej (nie-osiowość pionowa i pozioma). W tych miejscach, na powierzchni górnej warstwy na-wierzchni (nad kotwami w połowie ich długości), będą nacinane szczeliny podłużne skurczowe. Zespół wibratorów układarki powinien być wyregulowany w ten sposób, by zagęszczenie masy betonowej było równomierne na całej szerokości i grubości wbudowywanego betonu. Nie wolno dopuszczać do przewibrowania mieszanki betonowej.

b. druga maszyna (z zestawu) - układa górną warstwę nawierzchni i zawibrowuje ją oraz wstępnie wygładza ją zacieraczką. Natomiast zacieranie wykonane powierzchni, wykonywane jest za pomocą mechanicznej listwy gładzącej (zacieraczki wzdłużnej) zamocowanej w tylnej części tej maszyny.

c. trzecia maszyna (z zestawu) z pomostem, umożliwia ręczne poprawienie niedokładności,

zatarcie powierzchni oraz za pomocą zamontowanych urządzeń spryskujących, nanosi na świeżą nawierzchnię preparaty chemiczne (opóźniające hydratację cementu lub ograniczające utratę wilgoci).

Również na bieżąco, po przesunięciu szalunku ślizgowego, muszą być zacierane i uzupełniane boczne powierzchnie nawierzchni po pojawiających się rakach, ubytkach, dziurach. W tym czasie, też należy obserwować, czy nie opada krawędź boczna nawierzchni. W przypadku zaistnienia zjawiska opadania krawędzi, należy wstrzymać układanie nawierzchni, zebrać i wywieźć mieszankę rozładowaną w miejscu układania i zastąpić ją nową o właściwej konsystencji, przy której krawędź nie opada.

Deski szalunku ślizgowego powinny być tak ustawione, by ich płozы (dolne krawędzie) ślizgały się po powierzchni warstwy poślizgowej.

Na zakończenie każdej roboczej (na całej szerokości układanego przekroju poprzecznego), ułożony beton powinien być zabezpieczony (przed osiadaniem krawędzi poprzecznej) belką drewnianą o wymiarach równych grubości nawierzchni. Można też po wyjeździe maszyny i stwardnieniu betonu, odciąć poprzecznie tę część ułożonej nawierzchni, która nie spełnia parametrów tj. grubości i spadków poprzecznych i zbędny beton usunąć. W obu przypadkach w powstałej ścianie poprzecznej (czołowej) należy wywiercić otwory o średnicy odpowiadającej grubości dybli i głębokości równej połowie ich długości. W wywiercone otwory należy wkleić na trwale dyble.

#### **5.5.7.1. Wbudowanie mieszanki betonowej w warunkach odbiegających od przeciętnych**

Do warunków odbiegających od przeciętnych podczas realizacji robót należy zaliczyć:

- ☐ warunki obniżonej temperatury, gdy temperatura powietrza wynosi poniżej +5oC,
- ☐ warunki podwyższonej temperatury, gdy temperatura powietrza wynosi powyżej +25oC,
- ☐ warunki niskiej wilgotności powietrza, gdy wilgotność względna powietrza wynosi poniżej 50%,
- ☐ warunki deszczowe.

Temperatura mieszanki betonowej w okresie między jej przygotowaniem i wbudowaniem nie może być niższa niż +5oC lub wyższa niż +30oC.

#### **5.5.7.2. Realizacja robót w warunkach obniżonej temperatury**

Realizacja robót betonowych w obniżonych temperaturach w przedziale 0oC ÷ +5oC jest dopuszczalna w przypadku konieczności dokończenia istotnych fragmentów robót i jest pewność, że taka temperatura utrzyma się przez trzy kolejne dni. Wymaganą wytrzymałość beton powinien osiągnąć przez zachowanie ciepła uzyskanego podczas podgrzewania składników mieszanki betonowej (kruszywo, woda) oraz ciepła technologicznego wydzielonego w procesie wiązania i twardnienia. Konieczna w tym przypadku jest staranna ochrona mieszanki betonowej przed utratą ciepła w okresie jej przygotowania, transportu, układania, wiązania i twardnienia do czasu uzyskania przez beton wytrzymałości zapewniającej odporność na działanie mrozu.

Można też podjąć specjalne środki zabezpieczające tj.:

- ☐ zwiększenie zawartości cementu (w następstwie zwiększa się ryzyko spękań w wyniku skurczu),
- ☐ zastosowanie cementu o wyższej wytrzymałości wczesnej,
- ☐ podgrzewanie dodawanej wody lub podgrzewanie kruszywa do betonu.

Dodawaną wodę o temperaturze przekraczającej 70oC, należy zmieszać z kruszywem przed dodaniem cementu w taki sposób, aby nie wywołać szoku termicznego kruszywa.

#### **5.5.7.3. Realizacja robót w warunkach podwyższonej temperatury**

Budowa nawierzchni betonowych powinna być wykonywana w temperaturach otoczenia nie wyższych niż +25oC. W przypadku wystąpienia wyższej temperatury należy stosować zabiegi obniżające temperaturę mieszanki betonowej z jednoczesnym schłodzeniem podłoża.

Możliwym rozwiązaniem jest prowadzenie robót betonowych w innych porach doby. W każdych warunkach powierzchnia betonu powinna być zabezpieczona przed nadmiernym nasłonecznieniem. Temperatura mieszanki betonowej przed wbudowaniem nie może przekroczyć +30oC.

#### 5.5.7.4. Realizacja robót w warunkach niskiej wilgotności powietrza

W przypadku zaistnienia podczas betonowania nawierzchni zjawiska niskiej wilgotności powietrza należy zabezpieczyć powierzchnię preparatem pielęgnującym o wysokim współczynniku blokady i rozważyć dodatkowe zabezpieczenie betonu; folią, geowłókniną i dodatkowym skrapianiem wodą w ciągu doby. W przypadku przykrywania folią nawierzchni podczas jej układania, nie zachodzi konieczność wykonywania dodatkowych zabezpieczeń.

#### 5.5.7.5. Realizacja robót w warunkach opadów atmosferycznych

W czasie wystąpienia opadów atmosferycznych należy wstrzymać realizację robót układania nawierzchni. Każda ilość wody z opadów, wpłynie niekorzystnie na konsystencję mieszanki betonowej. Ponadto, niezabezpieczona ułożona nawierzchnia ulegnie uszkodzeniu. W przypadku zaistnienia uszkodzenia, odpowiedni fragment ułożonej nawierzchni należy jak najszybciej rozebrać i ponownie odbudować na koszt Wykonawcy.

### 5.6. Teksturowanie nawierzchni

Teksturowanie ma na celu wykonanie powierzchni o takiej makroteksturze, która poprawia bezpieczeństwo ruchu (szczególnie w czasie opadów deszczu), a także zapewnia właściwy poziom akustyczny nawierzchni.

Teksturę powierzchni jezdnej można wykonać niżej przedstawionymi metodami:

- ☐ ciągniętej sztucznej trawy,
- ☐ przecierania świeżo ułożonej mieszanki betonowej stalową szczotką (w kierunku prostopadłym do osi jezdni;
- ☐ wykonania GWN w technologii kruszywa odkrytego,
- ☐ podłużnego szlifowania i nacinania nawierzchni wg. technologii NGCS (G&G).

Na drogach o kategorii ruchu KR5÷KR7 w przypadku wykonania tekstury metodą kruszywa odkrytego świeżo ułożona powierzchnia nawierzchni, musi być pokryta środkiem chemicznym opóźniającym hydratację cementu. Następnie po upływie odpowiedniego czasu (w zależności od temperatury otoczenia) i przeprowadzaniu prób, niezwiązana zaprawa cementowa musi być usunięta i tym samym zostanie odsłonięte kruszywo w celu uzyskania wymaganej makrotekstury. Wskazaniem jest dodać do opóźniacza kolorowego pigmentu, w celu ułatwienia wizualnej kontroli pokrycia nim powierzchni a podczas odsłaniania - głębokości powstającej makrotekstury.

Preparat chemiczny, powinien być dozowany metodą równomiernego rozpylania na całym przekroju poprzecznym w ilości zapewniającej niezwiązanie zaprawy na wymaganą głębokość. Niedopuszczalny jest jego wyciek z dysz powodujący powstawianie kałuż, które powodują niezwiązanie zaprawy na głębokość większą niż wymagana, a podczas usuwania zaprawy, powstają wgłębienia w nawierzchni wymagające zastosowania programu naprawczego.

W przypadku stosowania preparatu o kompleksowym działaniu (połączenie funkcji środka opóźniającego oraz zabezpieczającego przed utratą wilgoci o współczynniku zamykania wynoszącym min. 90%), nie ma konieczności dodatkowego zabezpieczenia świeżo ułożonej nawierzchni środkiem hydrofobowym, przed usunięciem niezwiązanej zaprawy.

Zaprawę można usuwać jednym z niżej wymienionych sposobów:

- a) za pomocą szczotki mechanicznej z włosa stalowo-polipropylenowego zamocowanej w urządzeniu z możliwością regulacji nacisku, zawieszanej na nośniku z możliwością regulowania wysokości;
- b) za pomocą specjalistycznego samochodu podającego wodę pod wysokim ciśnieniem.

W miejscach, w których nie uzyskano wymaganej głębokości tekstury, można ją poprawić metodą: śrutowania (materiałem są kulki stalowe), piaskowania (materiałem jest piasek), wodą pod wysokim ciśnieniem.

W przypadku zastosowania preparatu tylko opóźniającego hydratację cementu, natychmiast po jego naniesieniu, powierzchnia powinna być przykryta folią polietylenową (o gramaturze 130) rozwijaną z wózka zamontowanego na maszynie wykańczającej. Folia powinna być dociskana do układanej powierzchni, za pomocą ciągniętej sztucznej trawy zamocowanej na tej samej maszynie.

Rozłożona folia powinna być zdejmowana w trakcie usuwania zaprawy.

W obu wyżej opisanych przypadkach, bezpośrednio po usunięciu niezwiązanej zaprawy, na powierzchnię należy nanieść środek do pielęgnacji, zapobiegający nadmiernemu odparowaniu wilgoci z betonu o współczynniku zamykania nie mniejszym niż 85%, przez okres min. 7dni.

Folia może być również używana w celu zabezpieczenia ułożonej nawierzchni przed:

- ☐ szybkim odparowaniem wody (zwłaszcza przy wysokich temperaturach powietrza),
- ☐ opadami deszczu,
- ☐ niekontrolowanym wejściem ludzi.

O sposobie przygotowania nawierzchni do teksturowania oraz o doborze sposobu jej wykonania, powinien zdecydować projektant na etapie wykonywania Dokumentacji projektowej.

Na drogach o kategorii ruchu KR5÷KR7 w przypadku wykonania tekstury w technologii NGCS metodą G&G, zaleca się postępować zgodnie z Instrukcją GDDKiA: „Teksturowanie górnej warstwy nawierzchni drogowej. Instrukcja techniczna dla wykonania i odbioru robót, związanych z przeprowadzeniem na nawierzchni betonowej zabiegu jej podłużnego frezowania (grindingu) oraz rowkowania (groovingu)”.

## **5.7. Przygotowanie stali do zbrojenia ciągłego**

### **5.7.1. Czystość powierzchni zbrojenia**

Pręty i walcówki przed ich użyciem do zbrojenia konstrukcji należy oczyścić z zendry, luźnych płatków rdzy, kurzu i błota.

Pręty zbrojenia zanieczyszczone tłuszczem (smary, oliwa) lub farbą olejną należy opalać np. lampami lutowniczymi aż do całkowitego usunięcia zanieczyszczeń.

Czyszczenie prętów powinno być dokonywane metodami niepowodującymi zmian we właściwościach technicznych stali, ani późniejszej ich korozji.

### **5.7.2. Przygotowanie zbrojenia**

Pręty stalowe użyte do wykonania wkładek zbrojeniowych powinny być wyprostowane. W przypadku stwierdzenia krzywizn w prętach stali zbrojeniowej należy ją prostować. Cięcie i gięcie stali zbrojeniowej należy wykonywać mechanicznie.

Haki, odgięcia prętów, złącza i rozmieszczenie zbrojenia należy wykonywać wg Dokumentacji projektowej z równoczesnym zachowaniem postanowień normy PN-91/S-10042.

### **5.7.3. Montaż zbrojenia**

Montaż zbrojenia bezpośrednio w deskowaniu zaleca się wykonywać przed ustawieniem szalowania bocznego. Montaż zbrojenia płyt należy wykonywać bezpośrednio w deskowaniu wg naznaczonego rozstawu prętów. Dla zachowania właściwej grubości otulin należy układać w deskowaniu zbrojenie podpierając podkładkami betonowymi lub z tworzyw sztucznych o grubości równej grubości otulenia.

Szkielety płaskie i przestrzenne po ich ustawieniu i ułożeniu w deskowaniu należy łączyć przez spawanie (zgodnie z rysunkami roboczymi).

Łączenie prętów należy wykonywać zgodnie z postanowieniami normy PN-91/S-10042. W przypadku łączenia prętów podłużnych schodkowo, należy przestrzegać zasady, że w przekroju poprzecznym nie może być łączonych więcej niż 1/3 prętów. Do zgrzewania, spawania prętów mogą być dopuszczeni jedynie pracownicy wykwalifikowani, mający odpowiednie uprawnienia.

Skrzyżowania prętów należy wiązać drutem miękkim, spawać lub łączyć specjalnymi zaciskami.

Skrzyżowanie zbrojenia płyt należy wiązać, zgrzewać lub spawać:

- ☐ w dwóch rzędach prętów skrajnych - każde skrzyżowanie,
- ☐ w pozostałych rzędach - co drugie w szachownicę.

Zamknięcia strzemion należy umieszczać na przemian. Przy stosowaniu spawania skrzyżowań prętów i strzemion, styki spawania mogą się znajdować na jednym przęcie.

Liczba uszkodzonych skrzyżowań w dostarczonych na budowę siatkach lub szkieletach płaskich nie powinna przekraczać 4 w stosunku do wszystkich skrzyżowań w siatce lub szkielecie płaskim. Liczba uszkodzonych skrzyżowań na jednym przęcie nie powinna przekraczać 25 % ogólnej ich liczby.

## **5.8. Nacinanie szczelin podłużnych i poprzecznych**

W nawierzchniach betonowych stosuje się system szczelin. Ze względu na usytuowanie, szczeliny dzielą się na podłużne i poprzeczne. Ich wykonanie w nawierzchni, musi być zgodne z planem ich rozmieszczenia opracowanym przez Projektanta i zamieszczonym w Dokumentacji projektowej.

Pily przeznaczone do cięcia szczelin w betonie, muszą być wyposażone w automatyczne odsysanie szlamu powstałego podczas cięcia na mokro i jego odprowadzenie rurami, poza krawędzie jezdni. Krawędzie szczelin w czasie drugiego cięcia powinny być sfazowane na głębokość  $\leq 3$  mm.

### **5.8.1. Szczeliny podłużne**

Szczeliny podłużne należy wykonać w przypadku jezdni o szerokości większej od 6,0 m. Na nawierzchniach dróg klasy A,S,GP (przy dwóch pasach ruchu z pasem awaryjnym) należy wykonać dwie szczeliny podłużne i każdą następną przy wykonaniu następnego pasa ruchu. Ich rozstaw, powinien pokrywać się z pasami ruchu z uwzględnieniem opasek bezpieczeństwa ale nie powinien pokrywać się ze śladami kół i oznakowania poziomego. Odległość szczeliny od prawdopodobnego przebiegu śladu kół powinna wynosić od 0,75 do 1,0 m.

Należy wykonywać je przez nacinanie stwardniałego betonu tarczowymi pilami mechanicznymi, w dwóch etapach:

- ☐ pierwsze cięcie, w czasie od 6 do 48 godzin po ułożeniu nawierzchni (gdy beton uzyskuje wytrzymałość od 8 do 10 MPa) wykonuje się tarczą grubości 3 mm na głębokość  $1/3$  grubości nawierzchni,
- ☐ drugie cięcie, mające na celu poszerzenie szczeliny, wykonuje się w terminie późniejszym gdy beton osiągnie wytrzymałość powyżej 12 MPa, do szerokości 8 mm i głębokości 27 mm.

### 5.8.2. Szczeliny poprzeczne

Szczeliny poprzeczne dzielą się na:

- ☐ skurczowe,
- ☐ konstrukcyjne.
- ☐ *Szczeliny skurczowe* - należy wykonywać przez nacinanie stwardniałego betonu tarczowymi pilami mechanicznymi. Czas cięcia musi być tak dobrany, aby nie pojawiły się niekontrolowane spękania skurczowe. Optymalny ich rozstaw wynosi 5,0 m. Nacinanie powinno się odbywać w dwóch etapach:
  - ☐ pierwsze cięcie wykonuje się tarczą grubości 3 mm, na głębokość  $1/3 \div 1/4$  grubości nawierzchni,
  - ☐ drugie cięcie wykonuje się w terminie późniejszym; na szer. 8 mm i głębokość 30 mm (przy wypełnianiu profilami elastycznymi gumowymi) i głębokości 27 mm w przy-padku szczeliny zalewanej masą.
- ☐ *Szczeliny konstrukcyjne* - (mogą być profilowane) powstają na zakończenie działkiiennej oraz przy przerwach w układaniu betonu trwających dłużej niż czas wiązania cementu. Pełnią one funkcje szczelin skurczowych. Szerokości są podobne jak przy szczelinach skurczowych. Powinny być zbrojone dyblami wklejonymi w otwory nawiercone w czołowej ścianie płyty.

Orientacyjny czas rozpoczęcia nacinania szczelin skurczowych w zależności od temperatury powietrza podano w Tabeli 25.

**Tabela 25. Czas rozpoczęcia nacinania szczelin**

Srednia temperatura powietrza w °C	5	od 5 do 15	od 15 do 25	od 25 do 30
Ilość godzin od ułożenia mieszanki do osiągnięcia przez beton wytrzymałości 10 MPa	od 20 do 30	od 15 do 20	od 10 do 15	od 6 do 10

### 5.8.3. Szczeliny w nawierzchni o zbrojeniu ciągłym

Rozstaw szczelin podłużnych w nawierzchni o zbrojeniu ciągłym jest podobny do określonego w pkt 5.8.1, natomiast nie wykonuje się szczelin poprzecznych.

Szczeliny podłużne należy usytuować pomiędzy prętami zbrojącymi podłużnie. Niedopuszczalne jest pokrywanie się szczelin z przebiegiem prętów.

Nacięcia w nawierzchni o zbrojeniu ciągłym, ze względu na otulinę prętów wykonuje się na głębokość:

- ☐ pierwsze cięcie na głębokość 7 cm,
- ☐ drugie cięcie poszerzające - na głębokość 2,7cm.

## 5.9. Wypełnianie szczelin

### 5.9.1. Czyszczenie i suszenie szczelin

Przed wypełnieniem, szczeliny należy dokładnie oczyścić z zanieczyszczeń obcych, a zwłaszcza z kruszywa, które z powodu zalegania w szczelinie jest częstą przyczyną pękania płyt. Do czyszczenia należy stosować szczotki mechaniczne tarczowe o wymiarach tarczy dostosowanej do szerokości i głębokości szczeliny. Pozostały pył należy wydmuchać za pomocą sprężonego powietrza. Po oczyszczeniu ściany szczelin powinny być suche i czyste.

W przypadku zawilgocenia szczeliny, np. po porannym zaleganiu mgły lub opadach deszczu, szczeliny należy wysuszyć i wygrzać przy zastosowaniu lancy z gorącym powietrzem.

Po wewnętrznym oczyszczeniu szczeliny, po obu jej stronach na szerokości min. 1,0 m, powierzchnia jezdni powinna być zamieciona.

Bezpośrednio przed wypełnianiem, należy sprawdzić:

- ☐ wizualnie wilgotność elementów uszczelnianych (ścianki szczeliny i jej dno powinny być suche),

- ☐ dokładnie oczyszczenie nawierzchni i usunięcia z niej przeszkód (np. materiałów, sprzętu),
- ☐ czy jest wstrzymany ruch pojazdów i praca jakiegokolwiek innego sprzętu.

Szczeliny poprzeczne należy wypełniać:

- a) wkładkami uszczelniającymi lub
- b) masą zalewową na zimno lub na gorąco,

Szczeliny podłużne należy wypełniać masą zalewową na zimno lub na gorąco.

### **5.9.2. Wypełnianie wkładkami uszczelniającymi**

Szczeliny poprzeczne można wypełnić profilami elastycznymi gumowymi (zamkniętymi lub otwartymi) odpowiednio ściśle i szczelnie dopasowanymi do szerokości szczelin, przez ich wciśnięcie, po uprzednim wypełnieniu szczeliny podłużnej.

Profile powinny być wykonane z gumy odpornej na działanie:

- ☐ wysokich i niskich temperatur,
- ☐ środków odładzających,
- ☐ promieni UV,
- ☐ paliw i olejów samochodowych.

Na całej szerokości jezdni w szczelinę powinien być wciśnięty jeden ciągły kawałek profilu. Każdy profil (w swej dolnej części) powinien posiadać zamontowaną linkę służącą do wyciągania profilu ze szczeliny w przypadku wymiany.

Zaproponowane przez Wykonawcę profile, powinien zaakceptować Inżynier/Inspektor Nadzoru.

Nie używa się profili do szczelin podłużnych ze względu na niebezpieczeństwo wyszania ich przez koła samochodów.

### **5.9.3. Wypełnianie masami zalewowymi**

#### **5.9.3.1. Gruntowanie szczelin**

Jeśli wymaga tego producent masy zalewowej (po dokładnym oczyszczeniu), boczne ścianki szczelin powinny być zagruntowane gruntownikiem (roztworem środka zwiększającego przyczepność). Gruntować należy tylko ścianki szczelin przewidziane do wypełnienia w ciągu jednego dnia pracy.

Po odparowaniu rozpuszczalnika z gruntownika (co zwykle występuje po 15 do 30 min), można przystąpić do wypełnienia szczelin.

#### **5.9.3.2. Warunki atmosferyczne**

Roboty związane z wypełnieniem szczelin masami zalewowymi na gorąco należy wykonywać przy braku opadów i w warunkach atmosferycznych określonych w aprobacie technicznej i wskazaniach producenta (przeważnie gdy temperatura otoczenia i podłoża nie jest niższa niż + 5°C i nie wyższa niż +40°C). Dopuszcza się zalewanie szczelin masą na gorąco w temperaturze poniżej 5°C, za zgodą Inżyniera, pod warunkiem wysuszenia i wygrzania szczelin łańcuchem gorącego powietrza. Nie zaleca się wypełniania szczelin zalewą w czasie silnych wiatrów ( $V > 16$  m/s).

#### **5.9.3.3. Wypełnienie dolnej części szczeliny**

W dolnej części szczeliny (na jej dnie) należy ułożyć metodą wciśnięcia sznur uszczelniający (kord) lub waleczek z pianki poliuretanowej o średnicy większej od 20% do 25% od szerokości szczeliny. Po wypełnieniu jej dolnej części szczeliny, głębokość do wypełnienia masą zalewową powinna wynosić nie mniej niż 17 mm.

#### **5.9.3.4. Przygotowanie masy zalewowej**

Masę zalewową na gorąco rozgrzewa się w odpowiednich kotłach (zgodnie z zaleceniami producenta), do uzyskania stanu płynnego, który jest przeważnie osiągany w temperaturze od 150 do 180°C. Masy nie wolno przegrzewać, gdyż może ulec zniszczeniu lub stracić elastyczność.

Należy unikać wielokrotnego rozgrzewania tej samej porcji masy. Należy rozgrzewać jej tyle, aby ją całkowicie zużyć i nie pozostawiać w zbiorniku po skończonej pracy.

#### **5.9.3.5. Wprowadzanie masy zalewowej do szczelin**

Po uzyskaniu odpowiedniej konsystencji (określonej przez producenta) mas zalewowych na zimno lub na gorąco, wprowadza się je w szczelinę grawitacyjnie lub pod ciśnieniem przy pomocy węża z odpowiednią końcówką. Normalnie

szczeliny zalewa się jednorazowo. W przypadku większych głębokości niż 17 mm lub na pochyłych powierzchniach, można wykonywać zalewanie w dwóch warstwach. Powierzchnia masy po pierwszym zalaniu nie może być zanieczyszczona.

Masa w szczelinie powinna tworzyć menisk wklęsły 3 do 5 mm. Masa powinna mieć bardzo dobrą adhezję do ścianek szczeliny, a zerową do dna szczeliny czyli podparcia w postaci kordu lub waleczka poliuretanowego. Przed przystąpieniem do wypełniania szczeliny zaleca się zabezpieczyć powierzchnię wzdłuż szczelin przed zabrudzeniem, np. przez naklejenie na niej taśmy samoprzylepnej wzdłuż krawędzi szczeliny. Ewentualny nadmiar masy lub powstałe zabrudzenia należy usunąć z powierzchni przy pomocy odpowiednich narzędzi wskazanych przez producenta.

#### **5.10. Wykonanie dylatacji bitumicznej szczelnej**

Dylatacje asfaltowe stosuje się na połączeniach powierzchni betonowej z powierzchnią asfaltową.

##### **5.10.1. Roboty przygotowawcze**

Przed przystąpieniem do robót należy, na podstawie Dokumentacji projektowej, ST lub wskazań Inżyniera/Inspektora Nadzoru :

- ☐ ustalić materiały niezbędne do wykonania robót,
- ☐ określić kolejność, sposób i termin wykonania robót,
- ☐ wytyczyć przebieg dylatacji,
- ☐ wykonać koryto pod dylatację.

Przed przystąpieniem do robót, Wykonawca powinien przedłożyć Inżynierowi:

- ☐ dokumenty dopuszczające wyrób budowlany do obrotu i powszechnego stosowania,
- ☐ deklaracje zgodności z dokumentami odniesienia, aprobaty techniczne,
- ☐ wyniki przeprowadzonych badań.

##### **5.10.2. Wycięcie koryta dylatacji**

Szerokość i kształt koryta w przekroju poprzecznym powierzchni asfaltowej, powinien być zgodny z Dokumentacją projektową, jak również z zaleceniami producenta uwzględniającymi dobór tych parametrów w zależności od konstrukcji powierzchni oraz długości płyt betonowych.

Do wycięcia koryta konieczne jest użycie piły mechanicznej i młotów pneumatycznych. Z wnętrza koryta należy usunąć powierzchnię bitumiczną na niezbędną wymaganą głębokość. Niedopuszczalne jest przy tym uszkodzenie więcej niż 5% powierzchni pionowych koryta. Koryto powinno być wykonane z dokładnością  $\pm 2$  cm. Jeżeli projekt roboczy zakłada wykonanie odsadzek powierzchni, powinny być one usytuowane na poziomie połączenia warstwy ścieralnej i wiążącej. Ewentualne uszkodzenia krawędzi powierzchni betonowej, powinny zostać naprawione zaprawami do napraw betonu, zatwierdzonymi przez Inżyniera

Przed przystąpieniem do wbudowywania dylatacji asfaltowej, koryto wycięte w powierzchni powinno być oczyszczone z pyłów, luźnych frakcji i innych zanieczyszczeń przez przedmuchiwanie sprężonym powietrzem, a następnie przez piaskowanie czołowej ścianki powierzchni betonowej. Przed wypełnieniem, koryto jak i powierzchnia jezdni po obu jego stronach na szerokość min. 10 cm, ponownie powinno być oczyszczone sprężonym powietrzem.

Nawierzchnię wzdłuż koryta należy zabezpieczyć przed zabrudzeniem poprzez np. ułożenie pasów papy.

##### **5.10.3. Wypełnienie koryta**

Wypełnienie dylatacji masą asfaltową można wykonywać w temperaturze otoczenia powyżej 0°C w dni bezdeszczowe. Dopuszczalne jest wykonywanie wypełnień w niższych temperaturach po wyrażeniu zgody przez Inżyniera.

###### **5.10.3.1. Przygotowanie materiałów**

Masa zalewowa powinna być podgrzana do temperatury podanej przez producenta (około 175÷190°C) i wymieszana w celu uzyskania jednakowej temperatury. Temperaturę masy należy sprawdzić termometrem zewnętrznym w różnej odległości od ścian kotła.

Kruszywo należy wysuszyć i podgrzać w przenośnej suszarce (opalanej gazem propan-butan). Temperatura kruszywa powinna być zgodna z podaną przez producenta, zwykle w granicach 110 ÷ 150°C (przy wykonywaniu wypełnień w niskiej temperaturze otoczenia należy podgrzewać kruszywo do temperatury wyższej). Kruszywo należy przechowywać w uprzednio wygrzanych wózkach-termosach.

### **5.10.3.2. Roboty przy wypełnianiu koryta**

Wypełnienie koryta obejmuje następujące roboty:

- a) ewentualne posmarowanie ścianek środkiem gruntującym,
- b) wypełnienie koryta na przemian odpowiednio rozgrzaną masą zalewową i gorącym kruszywem. Grubość warstw kruszywa powinna być tak dobrana, aby masa zalewowa mogła dokładnie wypełnić w nim wszystkie puste przestrzenie i mogła zespolić się z poprzednią warstwą (około 2÷4 cm). Ostatnia warstwa kruszywa powinna być ułożona na równo z powierzchnią nawierzchni i starannie zawałowana w celu prawidłowego ułożenia się kruszywa. Równość należy sprawdzić łatą. Ostatnią warstwę kruszywa należy zalać masą zalewową i pozostawić do wystygnięcia,
- c) po dokładnym spenetrowaniu kruszywa przez masę zalewową (najczęściej na drugi dzień) pozostaje wylanie ostatniej warstwy masy. Górna powierzchnia masy zalewowej powinna wystawać 1÷3 mm ponad poziom nawierzchni. Ułożone warstwy należy zagęścić płytą lub walcem wibracyjnym,
- d) wykonanie warstwy wykończeniowej - w tym celu należy oczyścić przykrycie dylatacyjne sprężonym powietrzem, podgrzać palnikami gazowymi, przykryć cienką warstwą masy zalewowej i posypać drobną frakcją kruszywa łamanego granitowego lub bazaltowego o frakcji zalecanej przez producenta. Posypanie kruszywem należy wykonać, gdy lepiszcze jest jeszcze gorące i kruszywo może się do niego przykleić.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1. Ogólne zasady kontroli jakości Robót**

Ogólne zasady kontroli jakości Robót podano w specyfikacji OST D-M-00 „Wymagania ogólne” pkt.6.

### **6.2. Badania i pomiary**

Badania i pomiary dzielą się na:

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

#### **6.2.1. Badania i pomiary (podstawowe) wykonywane przez Wykonawcę**

Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzania na bieżąco badań i pomiarów w celu sprawdzania czy jakość wykonanych Robót jest zgodna z postawionymi wymaganiami. Powinny być one wykonywane z niezbędną starannością, zgodnie z obowiązującymi przepisami i w wymaganym zakresie. Wyniki Wykonawca jest zobowiązany przekazywać Inżynierowi.

Rodzaje i częstotliwość wykonywanych badań i pomiarów, podano w Tabeli 26.

Tabela 26. Zakres oraz częstotliwość badań i pomiarów wykonywanych przez Wykonawcę

Lp.	Materiał	Badana cecha	Częstotliwość	Badanie wg
<b>Dla kategorii ruchu KR5-KR7</b>				
1	Mieszanka betonowa	Gęstość (z GWN i z DWN oraz z JWN)	1 raz na działce roboczej	PN-EN 12350 -6
2		Zawartość powietrza (z GWN i z DWN oraz z JWN)	W miejscu wbudowania, nie rzadziej niż raz na godzinę	PN-EN 12350-7
3		Konsystencja (z GWN i z DWN oraz z JWN)	W miejscu wbudowania, nie rzadziej niż 3 razy na działce roboczej	PN-EN 12350-2 PN-EN 12350-3 PN-EN 12350-4
4		Temperatura mieszanki i powietrza (z GWN i z DWN oraz z JWN)	co 1 godzinę betonowania	
5	Beton (próbki formowane)	Gęstość (z GWN i z DWN oraz z JWN)	1 raz dziennie	PN-EN 12390-7
6		Wytrzymałość na ściskanie (z GWN i z DWN oraz z JWN), próbki sześciennie o boku a=150mm	Seria = po 3 próbki: - z działki roboczej	PN-EN 12390-3
7		Wytrzymałość betonu na zginanie (z GWN i z DWN oraz z JWN). Próbki belkowe 150x150x600÷750mm	Seria = po 3 próbki: - z powierzchni próbnej, - pierwszego dnia produkcji betonu, - z każdych 30 000 m <sup>2</sup>	PN-EN 12390-5
8		Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu (z GWN i z DWN oraz z JWN). Próbki sześciennie o boku a=150mm	Seria = po 3 próbki - z działki roboczej	PN-EN 12390-6

9		Odporność na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odładzającej (dla GWN oraz JWN). Probki sześciennie o boku a=150mm	Seria = 4 próbki: - z powierzchni próbnej, - z pierwszego dnia produkcji betonu, - z każdych 30 000 m <sup>2</sup>	PKN-CEN/TS EN 12390-9
10		Charakterystyka porów powietrznych (z GWN i z DWN oraz z JWN). Probki sześciennie o boku a=150mm	Seria = 2 próbki: - z powierzchni próbnej, - pierwszego dnia produkcji betonu, - z każdych 30 000 m <sup>2</sup>	PN-EN 480-11
11		Mrozoodporność po 150 cyklach, przy badaniu metodą bezpośrednią (DWN). Probki o boku a=100mm lub a=150mm	Seria = po 12 próbek: - z powierzchni próbnej, - pierwszego dnia produkcji betonu, - z każdych 30 000 m <sup>2</sup>	PN-B- 06265
12	Beton (próbki odwiercone z nawierzchni)	Połączenie międzywarstwowe, (GWN/DWN). Probki o średnicy d=150mm	Seria = 3 próbki W miejscach, gdzie postój maszyny trwał ponad 30 min.	PN-EN 13863-2
13		Odporność na wnikanie benzyny i oleju (GWN). Probki o średnicy d=150mm	Seria: 6 próbek Na nawierzchniach betonowych o wysokim ryzyku pojawiania się na nich paliwa lub oleju	PN-EN 12390-8 Zał. B
W przypadkach wątpliwych na polecenie Inżyniera Wykonawca wykonuje poniższe badania:				
14		Gęstość (DWN). Probki o średnicy d=100mm lub a=150mm	Seria = 3 próbki - z każdych 50 000 m <sup>2</sup> lub z częstotliwością uzgodnioną z Inżynierem.	PN-EN 12390-7
15		Charakterystyka porów powietrznych. Probki odwiercone z nawierzchni, o średnicy 150mm	1 odwiert z każdych 20 000 m <sup>2</sup> lub z częstotliwością uzgodnioną z Inżynierem. Probki do badań (dla warstwy górnej o wysokości 50 mm) wycinane z rdzenia do oznaczenia charakterystyki porów w betonie.	Instrukcja - Zał. 3 Wymagania zgodne z Tabelą 14, pkt. 6
16	Beton (próbki odwiercone z nawierzchni).	Klasa wytrzymałości na ściskanie. Dwa badania z jednego rdzenia: 1. GWN+DWN 2. DWN Probki o średnicy d=100mm	Seria = 4 próbki - z każdych 50 000 m <sup>2</sup> lub z częstotliwością uzgodnioną z Inżynierem	PN-EN 12390-3
17		Kategoria mrozoodporności. Odporność na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odładzającej (GWN oraz JWN). Probki o średnicy d=150mm	Seria = 4 próbki - z każdych 50 000 m <sup>2</sup> lub z częstotliwością uzgodnioną z Inżynierem	PKN-CEN/TS EN 12390-9
18		Grubość nawierzchni betonowej	Seria = 3 próbki - z każdych 30 000 m <sup>2</sup> lub z częstotliwością uzgodnioną z Inżynierem	PN-EN 13863-3 lub PN-EN 13863-1

Dla kategorii ruchu KR1-KR4				
19	Mieszanka betonowa	Gęstość	1 raz na działce roboczej	PN-EN 12350 -6
20		Zawartość powietrza	W miejscu wbudowania, nie rzadziej niż raz na godzinę.	PN-EN 12350-7
21		Konsystencja	W miejscu wbudowania, nie rzadziej niż 3 razy na działce roboczej	PN-EN 12350-4
22		Temperatura mieszanki i powietrza	Co 1 godzinę betonowania	
23	Beton (próbki formowane)	Gęstość objętościowa	1 raz dziennie	PN-EN 12390-7
24	Beton (próbki formowane)	Wytrzymałość na ściskanie	Seria = po 3 próbki: - z działki roboczej	PN-EN 12390-3
25		Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu. Próbki sześciennie o boku a=150mm	Seria = po 3 próbki - z działki roboczej	PN-EN 12390-6
26		Wytrzymałość betonu na zginanie. Próbki belkowe: 150x150x600÷750mm	Seria = po 3 próbki: - z powierzchni próbnej, - pierwszego dnia produkcji betonu	PN-EN 12390-5
27		Charakterystyka porów powietrznych. Próbki sześciennie o boku a=150mm	Seria = 2 próbki: - z powierzchni próbnej, - pierwszego dnia produkcji betonu	PN-EN 480-11
28		Odporność na zamrażanie/rozmrażanie z udziałem soli odładzającej. Próbki sześciennie o boku a=150mm	Seria = 4 próbki: - z powierzchni próbnej, - z pierwszego dnia produkcji betonu, - jedna seria z każdego odcinka jezdni o długości do 3km	PKN-CEN/TS EN 12390-9
29		Mrozoodporność po 150 cyklach, przy badaniu metodą bezpośrednią. Próbki o boku a=100mm lub a=150mm	Seria = po 12 próbek: - z powierzchni próbnej, - pierwszego dnia produkcji betonu, - jedna seria z każdego odcinka jezdni o długości do 3km	PN-B-06265
30		Połączenie międzywarstwowe, (GWN/DWN). Próbki o średnicy d=150mm	Seria = 3 próbki W miejscach, gdzie postój maszyny trwał ponad 30 min.	PN-EN 13863-2

W przypadkach wątpliwych na polecenie Inżyniera Wykonawca wykonuje poniższe badania				
31		Gęstość. Próbki o średnicy d=100mm	Seria = 3 próbki - z każdych 50 000 m <sup>2</sup> - jedna seria z odcinka jezdni o długości do 3km lub z częstotliwością uzgodnioną z Inżynierem	PN-EN 12390-7
32	Beton (próbki odwiercone z nawierzchni).	Charakterystyka porów powietrznych. Próbki odwiercone z nawierzchni, o średnicy 150mm	1 odwiert z każdych 20 000 m <sup>2</sup> lub z częstotliwością uzgodnioną z Inżynierem. Próbki do badań (dla warstwy górnej o wysokości 50 mm) wycinane z rdzenia do oznaczenia charakterystyki porów w betonie.	Instrukcja - Zał. 3 Wymagania zgodnie z Tabelą 14, pkt. 6
33		Klasa wytrzymałości na ściskanie. Próbki o średnicy d=100mm	Seria = 4 próbki - z każdych 50 000 m <sup>2</sup> - jedna seria z odcinka jezdni o długość do 3km lub z częstotliwością uzgodnioną z Inżynierem	PN-EN 12390-3
34		Kategoria mrozoodporności Odporność na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odładowej (GWN oraz JWN). Próbki o średnicy d=150mm	Seria = 4 próbki - z każdych 50 000 m <sup>2</sup> - jedna seria z odcinka jezdni o długość do 3km lub z częstotliwością uzgodnioną z Inżynierem	PKN-CEN/TS EN 12390-9
35		Grubość nawierzchni betowej	Seria = 3 próbki - z każdych 30 000 m <sup>2</sup> - jedna seria z odcinka jezdni o długość do 3km lub z częstotliwością uzgodnioną z Inżynierem	PN-EN 13863-3
Cechy geometryczne i użytkowe wykonanej nawierzchni KR1-KR7 <sup>1)</sup>				
36	Parametry nawierzchni	Szerokość nawierzchni	10 razy na 1km wg pkt.6.3.1	Wymagania OST
37		Rzędne wysokościowe	wg pkt.6.3.3	Wymagania OST
38		Ukształtowanie osi w planie*	wg pkt.6.3.4	Wymagania OST
39		Grubość nawierzchni (pomiar w trakcie realizacji)	10 razy na 1km (z obu stron jezdni) wg pkt.6.3.5	Wymagania OST
40		Równość podłużna	wg pkt.6.4.1	Wymagania OST
41		Równość poprzeczna	Pomiar profilometryczny nie rzadziej niż co 1,0m wg pkt. 6.4.2 lub co 5,0m lata.	Dz.U. 2016 poz. 124 oraz wymagania OST
42		Pomiar współczynnika tarcia	wg pkt.6.5	Wymagania OST
43		Spadki poprzeczne*	Pomiar 10 razy na 1km wg pkt. 6.3.2	Wymagania OST
44		Pomiar głębokości makrostruktury nawierzchni: - metodą objętościową - metodą profilometryczną (za zgodą Inżyniera)	Każdy odcinek wg pkt.6.6	Wymagania OST
45		Badanie szczelin i ich wypełnienia.	wg pkt.6.7 (6.7.1, 6.7.2)	Wymagania OST
46		Badanie rozmieszczenia dybli i kotew.	wg pkt.6.8	Wymagania OST
47		Badanie dylatacji.	wg pkt.6.9	Wymagania OST

<sup>9)</sup> Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowanie osi w planie należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych.

<sup>1)</sup> W przypadku zastosowania technologii NGCS dla teksturowania GWN betonowej, badania należy przeprowadzić zgodnie z Instrukcją GDDKiA, w przypadku teksturowania betonowej nawierzchni istniejącej należy wykonać dodatkowo badania odwzorzenia oznakowania poziomego na nawierzchni.

### **6.2.2. Badania kontrolne podstawowe**

W celu zweryfikowania wyników Wykonawcy, Inżynier/Inspektor Nadzoru zleca wykonanie badań kontrolnych lub pomiarów do Laboratorium Zamawiającego. Jeżeli wystąpią wyniki negatywne (nie spełniające wymagań określonych w specyfikacji), to Inżynier wydaje polecenie Wykonawcy na przedstawienie programu naprawczego. Wykonawca w programie tym, jest zobowiązany przedstawić sposób naprawienia wady i określić zasięg jej występowania (np. powierzchnię, element) za pomocą przeprowadzenia własnych badań uzupełniających w obecności Inżyniera.

### **6.2.3. Badania kontrolne dodatkowe**

W przypadku uznania, że wyniki badań lub pomiarów kontrolnych nie są reprezentatywne dla ocenianego odcinka budowy, Inżynier/Kierownik Projektu mogą wystąpić do Laboratorium Zamawiającego o przeprowadzenie badań lub pomiarów kontrolnych dodatkowych. Inżynier/Kierownik Projektu decydują wspólnie o miejscach pobierania próbek i wyznaczeniu odcinków częściowych ocenianego odcinka budowy.

### **6.2.4. Badania arbitrażowe**

Badania arbitrażowe są powtórzeniem badań kontrolnych lub kontrolnych dodatkowych, co do których istnieją uzasadnione wątpliwości ze strony Inżyniera/Kierownika Projektu lub Wykonawcy (np. na podstawie własnych badań). Zgodę na ich przeprowadzenie wyraża Inżynier po analizie zasadności wniosku złożonego przez Wykonawcę.

### **6.2.5. Badania w czasie robót związanych z betonowaniem**

#### **6.2.5.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów**

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie wykonywania nawierzchni betonowej podano w Tabeli 26.

#### **6.2.5.2. Badania szczelin w czasie robót**

W czasie robót należy sprawdzać szerokość i głębokość szczelin, które powinny być jednakowe na całej swej długości, a także sprawdzać czystość szczelin po oczyszczeniu. Wizualnie i dotykiem należy sprawdzić, czy oczyszczone ścianki szczeliny nie zawierają żadnych niezwiązanych okruchów nawierzchni, ziaren kruszywa, pyłów oraz śladów wilgoci, a także śladów i plam olejowych. Jeżeli występują jakiegokolwiek ślady wilgoci należy je usunąć łancą z gorącym powietrzem. Plamy olejowe należy wytrawić odpowiednimi rozpuszczalnikami.

Jeżeli ścianki oczyszczonej szczeliny są pokrywane gruntownikiem, należy sprawdzić dotykiem czy naniesiona warstwa środka zwiększającego przyczepność nie zawiera nieodparowanych cząstek rozpuszczalnika (zagruntowane ścianki przy pocieraniu nie powinny wykazywać objawów ścierania gruntownika).

#### **6.2.5.3. Badanie masy zalewowej w czasie robót**

Należy stale sprawdzać makroskopowo barwę i konsystencję masy zalewowej. Należy sprawdzać wskazania czujników temperatury zalewy i oleju grzewczego. W razie jakichkolwiek wątpliwości należy pobrać do dwóch jednolitrowych, czystych metalowych puszek z przykrywkami próbki zalewy i dostarczyć je wraz z kopią świadectwa badania (producenta) do właściwego laboratorium celem wykonania badań kontrolnych.

Po zalaniu szczelin należy wizualnie sprawdzić prawidłowość ich wypełnienia. Jeżeli gorącą masę posypano materiałem drobnoziarnistym, to należy sprawdzić makroskopowo czy materiał ten równomiernie pokrywa zalaną powierzchnię szczeliny.

### **6.3. Wymagania dotyczące cech geometrycznych i użytkowych wykonanej nawierzchni betonowej**

#### **6.3.1. Szerokość nawierzchni**

Szerokość nawierzchni powinna być zgodna z Dokumentacją projektową, z tolerancją od 0 do 3 cm. Pomiaru należy dokonać z częstotliwością określoną w Tabeli 26.

#### **6.3.2. Spadek poprzeczny**

Spadki poprzeczne nawierzchni na prostych i łukach powinny być zgodne z Dokumentacją projektową z tolerancją  $\pm 0,2$  %. Pomiaru należy dokonać z częstotliwością określoną w Tabeli 26.

#### **6.3.3. Rzędne wysokościowe do rzędnych projektowanych**

Przy wykonywaniu nowych i przebudowie dróg powinny być badane rzędne wysokościowe podłoża, podbudowy i powierzchni nawierzchni. Na drogach klasy A i S pomiar wykonuje się na siatce o rozmiarach 10 m × 10 m wraz ze sprawdzeniem rzędnych osi podłużnej jezdni i obu krawędzi. Na drogach o jezdni węższej niż 10 m sprawdza się rzędne osi podłużnej i krawędzi. Na drogach klasy GP i drogach niższych klas sprawdza się rzędne osi podłużnej jezdni i krawędzi co 20 m, a na odcinkach krzywoliniowych co 10 m. Wartości dopuszczalnych odchyień w stosunku do rzędnych projektowych określa Tabela 27:

**Tabela 27. Wartości dopuszczalnych odchyień w stosunku do rzędnych projektowanych**

Rodzaj warstwy konstrukcyjnej	Dopuszczalne odchylenia
Warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego	±1,0cm

Wymaga się, aby 95 % zmierzonych rzędnych danej warstwy nie przekraczało dopuszczalnych odchyień.

#### 6.3.4. Ukształtowanie osi w planie

Oś nawierzchni w planie powinna być usytuowana zgodnie z dokumentacją projektową z tolerancją ±3 cm dla ciągu głównego i ±5 cm dla pozostałych dróg i miejsc postojowych.

#### 6.3.5. Grubość nawierzchni

Grubość nawierzchni należy mierzyć z częstotliwością określoną w Tabeli 26. Pojedynczy wynik pomiaru nie powinien być mniejszy niż wartość projektowana z tolerancją minus 5 mm. Wartość średnia ze wszystkich pomiarów grubości warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego powinna być równa bądź większa w stosunku do grubości przyjętej w projekcie konstrukcji nawierzchni.

#### 6.4. Równość nawierzchni

Przed przystąpieniem do pomiarów, Wykonawca musi powiadomić Inżyniera o terminie ich przeprowadzenia. Wykonawca ma zapewnić czystą nawierzchnię oraz oświadczyć że nawierzchnia jest czysta bez jakichkolwiek zabrudzeń i nadaje się do przeprowadzenia pomiarów.

##### 6.4.1 Równość podłużna

W pomiarach równości podłużnej warstw konstrukcji nawierzchni należy stosować metody:

- 1) profilometryczną bazującą na wskaźnikach równości IRI;
- 2) pomiaru ciągłego równoważną użyciu łąty i klina, np. z wykorzystaniem planografu (w miejscach niedostępnych dla planografu pomiar z użyciem łąty i klina).

Długość łąty w pomiarze równości podłużnej powinna wynosić 4 m.

Do oceny równości podłużnej warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego dróg klasy A, S, GP oraz G należy stosować metodę profilometryczną bazującą na wskaźnikach równości IRI [mm/m]. Wartość IRI należy wyznaczać z krokiem co 50 m. Długość ocenianego odcinka nawierzchni nie powinna być większa niż 1000 m. Odcinek końcowy o długości mniejszej niż 500 m należy oceniać łącznie z odcinkiem poprzedzającym.

Do oceny równości odcinka nawierzchni ustala się minimalną liczbę wskaźników IRI równą 5. W przypadku odbioru robót na krótkich odcinkach nawierzchni, których całkowita długość jest mniejsza niż 250 m, dopuszcza się wyznaczanie wskaźników IRI z krokiem mniejszym niż 50 m, przy czym należy ustalać maksymalną możliwą długość kroku pomiarowego, z uwzględnieniem minimalnej wymaganej liczby wskaźników IRI równej 5.

Wymagana równość podłużna jest określona przez dopuszczalną wartość średnią wyników pomiaru IRI<sub>śr</sub> oraz dopuszczalną wartość maksymalną pojedynczego pomiaru IRI<sub>max</sub>, których nie można przekroczyć na długości ocenianego odcinka nawierzchni.

Wartości dopuszczalne przy odbiorze warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego metodą profilometryczną określa Tabela 28:

**Tabela 28. Maksymalne wartości wskaźników IRI**

Klasa drogi	Element nawierzchni	Dopuszczalne odbiorcze wartości wskaźników dla zadanego zakresu długości odcinka drogi [mm/m]	
		IRI <sub>sr</sub> *	IRI <sub>max</sub>
1	2	3	4
A, S, GP	Pasy ruchu zasadnicze, awaryjne, dodatkowe, włączenia i wyłączenia, jezdnie łącznic	1,3	2,4
	Jezdnie MOP, utwardzone pobocza	1,5	2,7
G	Pasy ruchu zasadnicze, dodatkowe, włączenia i wyłączenia, postojowe, jezdnie łącznic	1,7	3,4
	Utwardzone pobocza	2,0	3,8

\* w przypadku:

- odbioru odcinków warstwy nawierzchni o całkowitej długości mniejszej niż 500 m,
  - odbioru robót polegających na ułożeniu na istniejącej nawierzchni jedynie warstwy ścieralnej (niezależnie od długości odcinka robót),
- dopuszczalną wartość IRI<sub>sr</sub> wg tabeli należy zwiększyć o 0,2 mm/m.

Do oceny równości podłużnej warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego dróg klasy Z, L, D oraz placów i parkingów należy stosować metodę pomiaru ciągłego równoważną użyciułaty i klina, np. z wykorzystaniem planografu, umożliwiającego wyznaczanie odchylen równości podłużnej jako największej odległości (prześwitu) pomiędzy teoretyczną linią łączącą spody kółek jezdnych urządzenia a mierzoną powierzchnią warstwy [mm]. W miejscach niedostępnych dla planografu pomiar równości podłużnej warstw nawierzchni należy wykonać z użyciemłaty i klina.

Pomiary równości podłużnej z wykorzystaniemłaty i klina należy wykonywać wg PN-EN13036-7, w osi podłużnej elementu drogi/pasa ruchu, w płaszczyźnie prostopadłej do powierzchni badanej warstwy.

Pomiar należy wykonywać w sposób ciągły łatą o długości 4,0 m (początek każdego pomiaru łatą w miejscu zakończenia poprzedniego pomiaru). Klin należy podkładać pod łatę w miejscu, w którym prześwit jest największy (największe odchylenie równości). Wielkość prześwitu jest równa najmniejszej liczbie widocznej na klinie podłożonym pod łatę.

Wartości dopuszczalne odchylen równości podłużnej przy odbiorze warstwy planografem (łatą i klinem) określa Tabela 29:

**Tabela 29. Maksymalne wartości odchylen równości podłużnej warstwy**

Klasa drogi	Element nawierzchni	Dopuszczalne odbiorcze wartości odchylen równości podłużnej warstwy nawierzchniowa z betonu cementowego [mm]
1	2	3
Z	Pasy ruchu zasadnicze, dodatkowe, włączenia i wyłączenia, postojowe, jezdnie łącznic	6
	Utwardzone pobocza	9
L, D, place, parkingi	Wszystkie pasy ruchu i powierzchnie przeznaczone do ruchu i postoju pojazdów	9

#### 6.4.2 Równość poprzeczna

Do oceny równości poprzecznej warstw nawierzchni dróg wszystkich klas oraz placów i parkingów należy stosować metodę pomiaru profilometrycznego równoważną użyciułaty i klina, umożliwiającą wyznaczenie odchylenia równości w przekroju poprzecznym pasa ruchu/elementu drogi. Odchylenie to jest obliczane jako największa odległość (prześwit) pomiędzy teoretyczną łatą (o długości 2 m) a zarejestrowanym profilem poprzecznym warstwy. Efektywna szerokość pomiarowa jest równa szerokości mierzonego pasa ruchu (elementu nawierzchni) z tolerancją  $\pm 15\%$ . Wartość odchylenia równości poprzecznej należy wyznaczać z krokiem co 1 m.

W miejscach niedostępnych dla profilografu, pomiar równości poprzecznej warstwy nawierzchni należy wykonać z użyciemłaty i klina wg PN-EN13036-7. W czasie pomiaru łatą powinna leżeć prostopadłe do osi drogi i w płaszczyźnie prostopadłej do powierzchni badanej warstwy. Klin należy podkładać pod łatę w miejscu, w którym prześwit jest największy (największe odchylenie równości). Wielkość prześwitu jest równa najmniejszej liczbie widocznej na klinie podłożonym pod łatę.

Długośćłaty w pomiarze równości poprzecznej powinna wynosić 2,0 m. Pomiar powinien być wykonany nie rzadziej niż co 5,0 m.

**Tabela 30. Maksymalne wartości odchylen równości poprzecznej przy odbiorze warstwy**

Klasa drogi	Element nawierzchni	Dopuszczalne odbiorcze wartości odchylen równości poprzecznej warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego [mm]
1	2	3
A, S, GP	Pasy ruchu zasadnicze, awaryjne, dodatkowe, włączenia i wyłączenia, jezdnie łącznic	4
	Jezdnie MOP, utwardzone pobocza	6
G, Z	Pasy ruchu zasadnicze, dodatkowe, włączenia i wyłączenia, postojowe, jezdnie łącznic	6
	Utwardzone pobocza	9
L, D, place, parkingi	Wszystkie pasy ruchu i powierzchnie przeznaczone do ruchu i postoju pojazdów	9

### 6.5. Ocena właściwości przeciwoślizgowych

Przed przystąpieniem do pomiarów, Wykonawca musi powiadomić Inżyniera o terminie ich przeprowadzenia. Wykonawca ma zapewnić czystą nawierzchnię oraz oświadczyć że nawierzchnia jest czysta bez jakichkolwiek zabrudzeń i nadaje się do przeprowadzenia pomiarów.

Przy ocenie właściwości przeciwoślizgowych nawierzchni drogi klasy G i dróg wyższych klas powinien być określony współczynnik tarcia na mokrej nawierzchni przy całkowitym poślizgu opony testowej. Pomiar wykonuje się urządzeniem o pełnej blokadzie koła nie rzadziej niż co 50 m na nawierzchni zwilżanej wodą w ilości 0,5 l/m<sup>2</sup>, przy 100% poślizgu opony testowej rowkowanej (ribbed tyre) rozmiaru 165 R 15 - zalecanej przez Światową Organizację Drogową (PIARC). Dopuszcza się inną wiarygodną metodę równoważną, jeśli dysponuje się sprawdzoną zależnością korelacyjną umożliwiającą przeliczenie wyników pomiarów na wartości uzyskiwane zestawem o pełnej blokadzie koła. Pomiary powinny być wykonywane w temperaturze otoczenia od 5°C do 30°C, na czystej nawierzchni. Badanie należy wykonać przed dopuszczeniem nawierzchni do ruchu drogowego oraz powtórnie w okresie od 4 do 8 tygodni od oddania nawierzchni do eksploatacji.

Badanie powtórne należy wykonać w śladzie koła. Jeżeli warunki atmosferyczne uniemożliwiają wykonanie pomiaru w wymienionym terminie, powinien być on zrealizowany z najmniejszym możliwym opóźnieniem. W przypadku uzyskania wyników pomiarów właściwości przeciwoślizgowych nawierzchni nie spełniających wymagań określonych w Tabeli 31, nawierzchnia będzie traktowana jako wykonana wadliwie. Ponowny pomiar właściwości przeciwoślizgowych należy przeprowadzić w terminie nieprzekraczającym 10 miesięcy od oddania drogi do użytkowania. Uzyskane wartości współczynnika tarcia należy rejestrować z dokładnością do trzech miejsc po przecinku. Miara właściwości przeciwoślizgowych jest miarodajny współczynnik tarcia. Za miarodajny współczynnik tarcia przyjmuje się różnicę wartości średniej E(m) i odchylenia standardowego D: E(m) - D. Wyniki podaje się z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku. Długość ocenianego odcinka nawierzchni nie powinna być większa niż 1000 m, a liczba pomiarów nie mniejsza niż 10. Odcinek końcowy o długości mniejszej niż 500 m należy oceniać łącznie z odcinkiem poprzedzającym.

**Tabela 31. Minimalne wartości miarodajnego współczynnika tarcia nawierzchni.**

Klasa drogi	Element nawierzchni	Miarodajny współczynnik tarcia [μ] przy prędkości		
		30km/h	60km/h	90km/h
A, S	Pasy ruchu zasadnicze, dodatkowe, awaryjne	-	>0,49*	0,44
	Pasy włączenia i wyłączenia, jezdnie łącznic	>0,55**	>0,51	-
GP, G	Pasy ruchu, pasy dodatkowe, jezdnie łącznic, utwardzone pobocza	>0,51**	>0,41	-

\*wartość wymagana dla odcinków nawierzchni, na których nie można wykonać pomiarów z prędkością 90km/h, (wyjaśnienie - gdy urządzenie nie jest przystosowane do pomiaru z prędkością 90km/h),

\*\*wartości wymagane dla odcinków nawierzchni, na których nie można wykonać pomiarów z prędkością 60km/h,

### 6.6. Ocena makrotekstury

Ocena makrotekstury (do odbioru) warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego z odkrytym kruszywem powinna być wykonana na podstawie pomiarów średniej głębokości tekstury MTD (Mean Texture Depth) ustalonej zgodnie z PN-EN 13036-1. Wartość średnią MTD należy uzyskać z czterech pomiarów wykonanych na jednej płycie. Wartość średnia MTD musi zostać określona co najmniej raz na 300 mb jezdni. Wymagana wartość średnia MTD powinna się zawierać w przedziale od 0,8 mm do 1,3 mm, natomiast pojedynczy wynik pomiaru MTD powinien zawierać się w przedziale od 0,6 mm do 1,5 mm.

Przy ocenie makrotekstury warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego z odkrytym kruszywem wykonanej w ramach danego zadania wymaga się, aby 95% wartości średnich spełniało powyższe wymagania.

Za zgodą Inżyniera dopuszcza się stosowanie metody profilometrycznej do oceny makrotekstury zgodnie z PN-EN ISO 13473-1.

## **6.7. Sprawdzanie szczelin**

Sprawdzenie prawidłowości wypełnienia szczelin lub ułożenia profili uszczelniających należy przeprowadzić przez wykonanie oględzin i pomiarów. Szczeliny powinny być rozmieszczone zgodnie z Dokumentacją projektową z tolerancją  $\pm 5$  cm.

### **6.7.1. Sprawdzenie wypełnienia szczelin wkładkami uszczelniającymi**

Sprawdzenie polega na wizualnej ocenie, czy:

- ☐ szczelina jest wypełniona jednym kawałkiem wkładki na całej długości,
- ☐ wkładki uszczelniające przylegają do ścianek szczeliny,
- ☐ wkładki uszczelniające posiadają wmontowany drut.

Nie spełnienie jednego z powyższych wymagań, wiąże się z usunięciem wkładki i wymianą na nową. Wkładka powinna być osadzona nie głębiej niż 4 mm poniżej powierzchni jezdnej.

### **6.7.2. Sprawdzenie poprawności wypełnienia szczelin masą zalewową**

Sprawdzenie materiałów wypełniających i poprawności wypełnienia polega na oględzinach zewnętrznych i otwarciu na długości min. 10 cm dwóch losowo wybranych fragmentów szczelin na każde 1000 m długości odbieranego odcinka.

Poziom masy w szczelinach powinien się mieścić w przedziale od 0 do -5 mm (menisk wklęsły).

Nie dopuszcza się nadlewki i masy zalewowej w szczelinach powyżej poziomu nawierzchni.

W trakcie oględzin zewnętrznych i otwarcia szczeliny należy sprawdzić:

- ☐ adhezję masy do ścianek szczeliny;
- ☐ wypełnienie szczeliny przy odrywaniu od ścianki powinno zerwać się w masie (kohezyjnie), nie dopuszcza się odspojenia od ścianki;
- ☐ elastyczność wbudowanej masy;
- ☐ wyjmowana ze szczeliny masa w każdym miejscu powinna być elastyczna bez oznak kruchości;
- ☐ rzędną zamontowania kordu (sznura) lub waleczka poliuretanowego.

Zamontowany kord lub waleczek powinien ściśle przylegać do ścianek szczeliny, na całej jej długości. Dopuszcza się tolerancję głębokości montażu w zakresie od 0 do 5 mm.

## **6.8. Badanie rozmieszczenia dybli i kotew**

Pomiar kontrolny zamontowania w nawierzchni kotew i dybli, należy przeprowadzić odpowiednim sprzętem elektronicznym przeznaczonym do tego celu, z częstotliwością nie większą niż co 250 m wzdłuż trasy.

Dyble muszą być rozmieszczone zgodnie z Dokumentacją projektową - równolegle do osi jezdni - w miejscach i ilości określonej w dokumentacji, z zachowaniem tolerancji odległości między nimi  $\pm 50$  mm, przesunięcia wzdłużnego dybli względem dylatacji  $\pm 50$  mm, tolerancji głębokości  $\pm 20$  mm i tolerancją położenia  $\pm 20$  mm w płaszczyźnie (osi) pionowej i poziomej (nieosiowość pionowa i pozioma).

Kotwy muszą być rozmieszczone zgodnie z Dokumentacją projektową - prostopadle do osi jezdni - w miejscach i ilości określonej w dokumentacji, z zachowaniem tolerancji odległości między nimi  $\pm 50$  mm, przesunięcia wzdłużnego kotew względem dylatacji  $\pm 50$  mm, tolerancji głębokości  $\pm 20$  mm i tolerancją położenia  $\pm 20$  mm w płaszczyźnie (osi) pionowej i poziomej (nieosiowość pionowa i pozioma).

## **6.9. Badania dylatacji asfaltowej**

Kontrola gotowej dylatacji bitumicznej powinna sprawdzać czy:

- ☐ przykrycie dylatacyjne po wbudowaniu w obiekt jest szczelne, bez spękań, odspojień, wybrzuszeń i pęcherzy, a przejazd przez dylatację nie powoduje wstrząsów i hałasu,
- ☐ powierzchnia przykrycia jest równoległa do powierzchni jezdni i nie wystaje więcej niż 3 mm ponad poziom warstwy ścieralnej, a wykonane przykrycie nie zachodzi na istniejącą nawierzchnię na szerokość większą niż 5 cm.

Ocenę jakości wykonanego przykrycia przeprowadza się wizualnie.

## 7. OBMIAŁ ROBÓT

### 7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w SST D-M-00 „Wymagania ogólne” pkt 7.

Szczegółowe zasady obmiaru powinny być określone w szczegółowej specyfikacji oraz w dokumentach kontraktowych opracowanych do każdego zadania.

## 8. ODBIÓR ROBÓT

### 8.1. Ogólne zasady odbioru robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w SST D-M-00 „Wymagania ogólne” pkt 8.

Szczegółowe zasady odbioru powinny być określone w szczegółowej specyfikacji oraz w dokumentach kontraktowych opracowanych do każdego zadania.

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

### 9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w SST D-M-00 „Wymagania ogólne” pkt 9.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy: L.p.	Nr normy	Tytuł normy
1	PN-EN 196-1	Metody badania cementu - Część 1: Oznaczanie wytrzymałości.
2	PN-EN 196-2	Metody badania cementu - Część 2: Analiza chemiczna cementu.
3	PN-EN 196-3	Metody badania cementu - Część 3: Oznaczanie czasu wiązania i stałości objętości.
4	PN-EN 196-6	Metody badania cementu - Część 6: Oznaczanie stopnia zmielenia.
5	PN-EN 197-1	Cement - Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementu powszechnego użytku.
6	PN-EN 206	Beton - Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
7	PN-EN 480-11	Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań - Część 11: Oznaczanie charakterystyki porów powietrznych w stwardniałym betonie.
8	PN-EN 934-2	Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu - Część 2: Domieszki do betonu. Definicje i wymagania, zgodność, znakowanie i etykietowanie.
9	PN-EN 934-1	Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu - Część 1: Wymagania podstawowe.
10	PN-EN 932-3	Badania podstawowych właściwości kruszyw. Procedura i terminologia uproszczonego opisu petrograficznego.
11	PN-EN 933-1	Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 1: Oznaczenie składu ziarnowego. Metoda przesiewowa.
12	PN-EN 933-3	Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 3: Oznaczenie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości.
13	PN-EN 933-4	Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 4: Oznaczenie kształtu ziaren. Wskaźnik kształtu.
14	PN-EN 933-5	Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 5: Oznaczenie procentowej zawartości ziaren o powierzchniach

		powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych.
15	PN-EN 1008	Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym odzyskanej z procesów produkcji betonu.
16	PN-EN 1097-2	Badanie mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 2: Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie.
17	PN-EN 1097-6	Badanie mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 6: Oznaczanie gęstości ziaren i nasiąkliwości.
18	PN-EN 1097-8	Badanie mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 8: Oznaczanie polerowalności kamienia.
19	PN-EN 1367-3	Badanie właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 3: Badanie bazaltowej zgorzeli słonecznej metodą gotowania.
20	PN-EN 1367-6	Badanie właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 6: Mrozoodporność w obecności soli.
21	PN-EN 1744-1	Badanie chemicznych właściwości kruszyw - Część 1: Analiza chemiczna.
22	PN-B-03007	Konstrukcje budowlane. Dokumentacja techniczna.
23	PN-B-06265	Krajowe uzupełnienie PN-EN 206-1 Beton - Część 1: Wymagania, właściwości produkcyjne i zgodność.
24	PN-EN/ISO 9863-1	Geosyntetyki. Wyznaczanie grubości przy określonych naciskach - Część 1: Warstwy pojedyncze.
25	PN-EN/ISO 9864	Geosyntetyki. Metoda badań do wyznaczenia masy powierzchniowej geotekstyliów i wyrobów pokrewnych.
26	PN-EN 10060	Pręty stalowe okrągłe walcowane na gorąco ogólnego zastosowania - Wymiary i tolerancje kształtu i wymiarów.
27	PN-EN 10080	Stal do zbrojenia betonu. Spawalna stal zbrojeniowa. Postanowienia ogólne.
28	PN-EN/ISO 10319	Geosyntetyki. Badania wytrzymałości na rozciąganie metodą szerokich próbek.
29	PN-EN/ISO 11058	Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie charakterystyk wodoprzepuszczalności w kierunku prostopadłym do powierzchni wyrobu bez obciążenia.
30	PN-EN 12271	Powierzchniowe utrwalenie. Wymagania.
31	PN-EN 12271-3	Powierzchniowe utrwalenie. Wymagania techniczne - Część 3: Dozowanie i dokładność dozowania lepiszcza i kruszywa.
32	PN-EN 12272-1	Powierzchniowe utrwalenie. Metody badań - Część 1: Dozowanie i poprzeczny rozkład lepiszcza i kruszywa.
33	PN-EN 12350-1	Badania mieszanki betonowej - Część 1: Pobieranie próbek.
34	PN-EN 12350-2	Badania mieszanki betonowej - Część 2: Badanie konsystencji metodą stożka opadowego.
35	PN-EN 12350-3	Badania mieszanki betonowej - Część 3: Badanie konsystencji metodą Ve-Be.
36	PN-EN 12350-4	Badania mieszanki betonowej - Część 4: Badanie konsystencji metodą oznaczania stopnia zagęszczalności.
37	PN-EN 12350-6	Badania mieszanki betonowej - Część 6: Gęstość.
38	PN-EN 12350-7	Badania mieszanki betonowej - Część 7: Badanie zawartości powietrza. Metody ciśnieniowe.
39	PN-EN 12390-1	Badania betonu - Część 1: Kształt, wymiary i inne wymagania dotyczące próbek do badania i form.
40	PN-EN 12390-2	Badania betonu - Część 2: Wykonywanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych.
41	PN-EN 12390-3	Badania betonu - Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badania.

42	PN-EN 12390-4	Badania betonu - Część 4: Wytrzymałość na ściskanie. Wymagania dla maszyn wytrzymałościowych.
43	PN-EN 12390-5	Badania betonu - Część 5: Wytrzymałość na zginanie próbek do badania.
44	PN-EN 12390-6	Badania betonu - Część 6: Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu próbek do badania.
45	PN-EN 12390-7	Badania betonu - Część 7: Gęstość betonu.
46	PKN-CEN/TS 12390-9	Testing hardened concrete - Part 9: Freeze-thaw resistance-scaling.
47	PN-EN 12504-1	Badania betonu w konstrukcjach - Część 1: Odwierty rdzeniowe - Wycinanie, ocena i badanie wytrzymałości na ściskanie.
48	PN-EN/ISO 12958	Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie zdolności przepływu wody w płaszczyźnie wyrobu.
49	PN-EN 13036-1	Cechy powierzchniowe nawierzchni drogowych i lotniskowych. Metody badań - Część 1: Pomiar głębokości makrotekstury metodą objętościową.
50	PN-EN 13036-7	Drogi samochodowe i lotniskowe. Metody badań - Część 7: Pomiar nierówności nawierzchni, badanie linialem mierniczym.
51	PN-EN/ISO 13473-1	Charakterystyka struktury nawierzchni przy użyciu profili powierzchniowych - Część 1: Określenie Średniego Profilu Głębokości.
52	PN-EN 13670	Wykonywanie konstrukcji z betonu.
53	PN-EN 13863-1	Nawierzchnie betonowe - Część 1: Metoda określania grubości nawierzchni metoda pomiarową.
54	PN-EN 13863-2	Nawierzchnie betonowe - Część 2: Metoda określania związania pomiędzy warstwami.
55	PN-EN 13863-3	Nawierzchnie betonowe - Część 3: Metoda określania grubości nawierzchni na podstawie odwiertów.
56	PN-EN 13877-3	Nawierzchnie betonowe - Część 3: Wymagania dla dybli stosowanych w nawierzchniach drogowych betonowych.
57	PN-EN 14188-1	Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe - Część 1: Wymagania wobec zalew drogowych na gorąco.
58	PN-EN 14188-2	Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe - Część 2: Wymagania wobec zalew drogowych na zimno.
59	PN-EN 14188-3	Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe - Część 3: Wymagania wobec wkładek uszczelniających.
60	PN-EN 14188-4	Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe - Część 4: Wymagania dla podkładów używanych w zalewanych złączach.
61	PN-B-19707	Cement. Cement specjalny. Skład, wymagania, kryteria zgodności.
62	CEN/TR 16349	Framework for a specification on the avoidance of a damaging Alkali-Silica Reaction (ASR) in concrete.
63	ACI 308R-01	Guide to Curing Concrete (Reapproved 208).
64	ASTM C1260-14	Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method).
65	AASHTO T 318-02 (2001)	Standard Method of test for Water Content of Freshly Mixed Concrete Using Microwave Drying.
66	AASHTO R 80-17	Standard Practice for Determining the Reactivity of Concrete Aggregates and Selecting Appropriate Measures for Preventing Deleterious Expansion in New Concrete Construction, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2017
67	PN-EN 12620	Kruszywa do betonu.
68	PN-EN 12850	Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Oznaczenie wartości pH emulsji asfaltowych.
69	PN-EN 12591	Asfalty i produkty asfaltowe - Wymagania dla asfaltów drogowych.
70	PN-EN 13043	Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych

		utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu.
71	PN-EN 1427	Asfalty i produkty naftowe - Oznaczanie temperatury mięknięcia - Metoda Pierścienia i Kula.
72	PN-EN 12597	Asfalty i produkty asfaltowe - Terminologia.
73	PN-EN 13808	Asfalty i lepiszcza asfaltowe - Zasady klasyfikacji kationowych emulsji asfaltowych.
74	PN-EN 12697-1	Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 1: Zawartość lepiszcza rozpuszczalnego.
75	PN-EN 12697-2	Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 2: Oznaczanie składu ziarnowego.
76	PN-EN 12697-3	Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 3: Odzysk asfaltu: wyparka obrotowa.
77	PN-EN 12697-5	Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 5: Oznaczanie gęstości.
78	PN-EN 12697-6	Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 6: Oznaczanie gęstości objętościowej metodą hydrostatyczną.
79	PN-EN 12697-8	Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 8: Oznaczanie zawartości wolnej przestrzeni.
80	PN-EN12697-12	Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 12: Określanie wrażliwości na wodę.
81	PN-EN12697-28	Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 28: Przygotowanie próbek do oznaczania zawartości lepiszcza, zawartości wody i uziarnienia.
82	PN-EN 13108-1	Mieszanki mineralno-asfaltowe - Wymagania - Część 1: Beton asfaltowy.
83	PN-EN 13108-20	Mieszanki mineralno-asfaltowe - Wymagania - Część 20: Badanie typu.
84	PN-EN ISO 12959	Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie zdolności przepływu wody w płaszczyźnie wyrobu.
85	ASTM C 295-12	Standard Guide for Petrographic Examination of Aggregates for Concrete.
86	ASTM C289-07	Standard Test Method for Potential Alkali-Silica Reactivity of Aggregates (Chemical Method).
87	ASTM C1293-08	Standard Test Method for Concrete Aggregates by Determination of Length Change of Concrete Due to Alkali-Silica Reaction.

14. TP Beton-StB 10 Technische Prüfvorschriften für Tragschichten mit hydraulischen Binde-mitteln und Fahrbahndecken aus Beton, FGSV 892,2010+korrekturblatt 01.07.2010

15. Instrukcja techniczna „Teksturowanie górnej warstwy nawierzchni drogowej - Instrukcja techniczna dla wykonania i odbioru robót, związanych z przeprowadzeniem na nawierzchni betonowej zabiegu jej podłużnego frezowania (grindingu) oraz rowkowania (groovingu)”.

#### **Załączniki:**

1. Instrukcja badania reaktywności kruszyw metodą przyśpieszoną.
2. Instrukcja badania reaktywności kruszyw w temperaturze 38°C według ASTM C1293.
3. Instrukcja wyznaczania charakterystyki porów powietrznych w odwiertach betonowych.

