

WARUNKI WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

D.05.03.04.

NAWIERZCHNIA (WARSTWA NAWIERZCHNIOWA) Z BETONU CEMENTOWEGO

1. WSTĘP

Przedmiotem niniejszych Warunków Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są wytyczne do przygotowania przez Wykonawcę Specyfikacji Technicznych Wykonania i Odbioru Robót dla robót związanych z wykonywaniem warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego, które zostaną wykonane w ramach budowy drogi ekspresowej S-61 Ostrów Mazowiecka – Szczuczyn, odcinek: węzeł „Kolno” (z węzłem) – węzeł „Stawiski” (bez węzła).

Postanowienia niniejszych WWiORB dotyczą warstwy, którą stanowi płyta betonowa dyblowana i kotwiona. Przedmiotowa warstwa jest wykonywana jako układ dwuwarstwowy z „odkrytym kruszywem”, w którym warstwa dolna wraz z górną tworzy monolityczną całość ze względu na technologię układania tzw. „mokre na mokre” i warstwa górna jest poddawana zabiegom technologicznym w celu nadania tekstury jej powierzchni.

1.1. 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 cementu.

Mieszanka betonowa - całkowicie wymieszanie składniki betonu, które są jeszcze w stanie umożliwiającym zagęszczenie wybraną metodą.

Beton stwardniały – beton, który jest w stanie stałym i który osiągnął pewien poziom wytrzymałości.

Beton zwykły - beton o gęstości objętościowej większej niż 2000 kg/m³ i nieprzekraczającej 2600 kg/m³.

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

Klasa wytrzymałości na ściskanie – symbol literowo-liczbowy np. C35/45 klasyfikujący beton pod względem jego wytrzymałości na ściskanie. Klasa wytrzymałości betonu na ściskanie według PN-EN 206 określana jest na podstawie wytrzymałości charakterystycznej na ściskanie w 28 dniu dojrzewania na próbkach walcowych o średnicy 150 mm i wysokości 300 mm ($f_{ck,cyl}$) lub na próbkach sześciennych o boku 150 mm ($f_{ck,cube}$), pielęgnowanych zgodnie z PN-EN 12390-2.

Beton napowietrzony - beton zawierający dodatkowo powietrze wprowadzone przy napowietrzaniu, w ilości nie mniejszej niż 4,0 % objętości zagęszczonej masy betonowej.

Powietrze wprowadzone przy napowietrzaniu – mikroskopijne pęcherzyki powietrza, zwykle o średnicy między 10 µm i 300 µm oraz kształcie sferycznym lub zbliżonym do sferycznego, celowo wprowadzone do mieszanki betonowej podczas mieszania, z reguły przez zastosowanie środka powierzchniowo czynnego.

Beton nawierzchniowy - beton napowietrzony o określonej wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu i mrozoodporności, wbudowany w warstwę nawierzchniową z betonu cementowego.

Warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego (nawierzchnia betonowa) – wierzchnia warstwa konstrukcji nawierzchni wykonana z betonu cementowego poddana bezpośredniemu oddziaływaniu ruchu pojazdów, zabiegów zimowego utrzymania oraz środowiska.

Mokre na mokre – ułożenie mieszanki betonowej w warstwie górnej na dolną warstwę zagęszczonej mieszanki betonowej, niezwiązanej.

Wymagania funkcjonalne nawierzchni betonowej – właściwości nawierzchni betonowej, które zapewniają zgodność z wymaganiami Dokumentacji projektowej.

Makrotekstura nawierzchni – cecha eksploatacyjna nawierzchni określająca odchylenie powierzchni nawierzchni od idealnie płaskiej powierzchni w zakresie długości fali nierówności od 0,5 do 50 mm.

Warstwa z „odkrytym kruszywem” – górna warstwa nawierzchni o grubości 50 mm, z której usunięto powierzchnię warstewkę zaprawy cementowej, odsłaniając częściowo kruszywo. Teksturę nawierzchni z „odkrytym kruszywem” nadaje się przez zastosowanie powierzchniowego opóźniacza wiązania cementu w betonie oraz usunięcie, za pomocą szczotek mechanicznych, wierzchniej niezwiązanej warstewki zaprawy cementowej.

Warstwa poślizgowa – warstwa znajdująca się pomiędzy warstwą nawierzchniową z betonu cementowego a podbudową zasadniczą pełniącą rolę warstwy antyspękaniaowej, filtrującej oraz poślizgowej (ograniczającej naprężenia w wyniku zmian temperatury).

Preparat do pielęgnacji – ciekły produkt przeznaczony do pielęgnacji świeżego betonu nawierzchniowego. Naniesiony natryskiem na jego powierzchnię wytwarza „powłokę” pielęgnacyjną, która zabezpiecza powierzchnię świeżego betonu przed nadmiernym odparowaniem wody.

Szczelina – nieciągłość uformowana poprzez nacinanie na całej grubości lub na części grubości warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego, wykonana zgodnie z Dokumentacją Projektową.

Szczelina poprzeczna – szczelina wykonana prostopadle do kierunku ruchu pojazdów.

Szczelina podłużna – szczelina wykonana równolegle do kierunku ruchu pojazdów.

Szczelina skurczowa – szczelina stosowana w celu wymuszenia powstania rys skurczowych pod tymi szczelinami.

Szczelina konstrukcyjna – szczelina poprzeczna stosowana na zakończenie dziennej działki roboczej, przy przerwach w układaniu betonu powyżej 1,5 godziny.

Szczelina rozszerzania - szczelina stosowana w miejscach wymagających wyeliminowania szkodliwego wpływu skurczu oraz rozszerzalności cieplnej.

Dyble – pręty stalowe gładkie, powleczone polimerową powłoką, ułożone prostopadłe do szczeliny poprzecznej. Dyble zapewniają przenoszenie obciążeń między sąsiednimi płytami, jednocześnie umożliwiają niezależne ruchy w płaszczyźnie poziomej sąsiadujących płyt i utrzymują je na tej samej wysokości (poziomie).

Kotwy - pręty stalowe żebrowane ułożone prostopadłe do szczeliny podłużnej. Kotwy zapewniają przenoszenie obciążeń między sąsiednimi płytami i umożliwiają miejscowe ruchy obrotowe płyty utrzymując przyległe do siebie płyty na tym samym poziomie.

Zalewa drogowa - materiał w stanie plastycznym wypełniający szczelinę, który uszczelnia ją poprzez przyleganie do odpowiednich powierzchni w jej obrębie, aby zapobiec wnikaniu wody i szkodliwych substancji i drobnych okruszków.

Gruntownik (środek gruntujący) - powierzchniowa powłoka stosowana na ściankach szczeliny przed jej wypełnieniem zalewą drogową, stosowana w celu zapewnienia przyczepności.

Profil elastyczny – wytłaczany (prefabrykowany) i wulkanizowany gumowy profil sprężysty, który po umieszczeniu, przy użyciu specjalnych urządzeń, w nacięciu szczeliny, uszczelnia szczelinę poprzez docisk do odpowiednich powierzchni w nacięciu szczeliny, wypełnia szczelinę i zabezpiecza przed wnikaniem wody, szkodliwych substancji i drobnych okruszków.

Sznur uszczelniający (kord) - wkładka z materiału syntetycznego lub innego materiału o walcowatym kształcie do wstępnego uszczelnienia szczeliny. Jest wciskany do szczeliny w celu uzyskania podparcia dla zalewy drogowej, utrzymania odpowiedniej głębokości i właściwego uszczelnienia oraz zabezpieczenia przed głębszym wnikaniem zalewy podczas wypełniania nią szczeliny, a także wyeliminowania trójfazowej przyczepności zalewy w szczelinie.

Klasa ekspozycji – klasyfikacja chemicznych i fizycznych warunków środowiska, na oddziaływanie których narażony jest beton.

Kategoria środowiska – klasyfikacja środowiska w odniesieniu do możliwości wystąpienia w betonie zagrożenia destrukcyjną reakcją alkalia-krzemionka ASR. Kategoria środowiskowa E3 - warunki wilgotne i dodatkowe negatywne czynniki środowiskowe (obciążenia dynamiczne, zamrażanie i rozmrażanie, sole odladzające).

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi Polskimi Normami związanymi, z dokumentami związanymi oraz z definicjami podanymi w WWiORB D-M 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

1.2. Ogólne wymagania dotyczące Robót

Wykonawca odpowiada za jakość wykonanych Robót oraz ich zgodność z Dokumentacją Projektową i poleceniami Inżyniera.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w WWiORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Zamawiający wymaga, aby Wykonawca przed rozpoczęciem Robót z odpowiednim wyprzedzeniem czasowym określił źródła zaopatrzenia w materiały i wyroby budowlane celem starannego przygotowania procesu technologicznego budowy.

Wszystkie materiały i wyroby budowlane, które Wykonawca zamierza zastosować do wykonywania warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego zatwierdza Inżynier. Wykonawca jest zobowiązany przedłożyć Inżynierowi wymagane prawem dokumenty dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych, zgodnie z Ustawą z dnia 16 kwietnia 2004r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2004 nr 92, poz.881 z późn. zm). Przedkłada również inne dokumenty związane z tymi materiałami i wyrobami, takie jak: świadectwa jakościowe, sprawozdania z badań, instrukcje stosowania, instrukcje obsługi, karty charakterystyk, informacje o okresie przydatności wyrobu do zastosowania.

2.2. Cement

Do betonu nawierzchniowego należy stosować cement spełniający wymagania normowe określone w PN-EN 197-1 i określone poniżej.

Należy stosować cement klasy wytrzymałości 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 1 określa wymagane właściwości cementu do betonu nawierzchniowego.

Tabela 1. Wymagania wobec cementów do betonu nawierzchniowego

Lp.	Rodzaj cementu	Wymagania normowe	Wymagania dodatkowe
1	2	3	4
1	cement portlandzki CEM I	PN-EN 197-1	początek czasu wiązania wg PN-EN 196-3 ≥ 120 minut; stopień zmielenia wg PN-EN 196-6 ≤ 3500 cm ² /g; zawartość alkaliów Na ₂ O _{eq} wg PN-EN 196-2 $\leq 0,80$
2	cement portlandzki żużlowy CEM II/A-S		zawartość alkaliów Na ₂ O _{eq} wg PN-EN 196-2 $\leq 0,80$
3	cement portlandzki żużlowy CEM II/B-S		zawartość alkaliów Na ₂ O _{eq} wg PN-EN 196-2 $\leq 0,90$

2.3. Kruszywo

Do betonu nawierzchniowego należy stosować kruszywa naturalne pochodzenia mineralnego, które poza obróbką mechaniczną nie zostały poddane żadnej innej obróbce, których właściwości spełniają wymagania podstawowe określone w PN-EN 12620 i określone poniżej.

Tabela 4 określa wymagane właściwości kruszyw grubych do betonu nawierzchniowego. Tabela 5 określa wymagane właściwości kruszywa drobnego do betonu nawierzchniowego.

Kruszywa: drobne i grube do górnej warstwy nie powinny zawierać ziaren węgla wapnia.

Do betonu nawierzchniowego nie dopuszcza się stosowania:

- kruszyw, które mogą powodować możliwość zagrożenia reakcją alkalia-krzemionka ASR,
- kruszyw ze skał węglanowych,
- kruszyw z przekruszenia surowca skalnego ze złoża polodowcowego,
- kruszyw: z recyklingu, z odzysku.

Zamawiający wymaga od Wykonawcy przedłożenia opinii petrograficznej wraz z rozpoznaniem na cienkich szlifach minerałów reaktywnych w kruszywach grubych (minerały reaktywne wskazane w ASTM C295/C295M-12), z uwagi na zagrożenie reakcją alkalia-krzemionka ASR w betonie (nie dotyczy kruszyw bazaltowych i granitowych o udokumentowanej przydatności w procesie eksploatacji nawierzchni betonowej na drogach krajowych KR5÷KR7).

Wymiar kruszywa, tj. oznaczenie kruszywa wyrażone jako d/D , należy określać na sitach zestawu podstawowego plus zestaw 1, który określa tabela 2. Wymiary kruszywa powinny mieć D/d nie mniejsze niż 1,4. Do określania wymiaru kruszywa nie należy stosować innego zestawu sit. Wymiar kruszywa mniejszy niż 1 mm należy określać za pomocą zestawu sit, który określa tabela 3.

Tabela 2. Wymiary otworów sit do określania wymiaru kruszywa

Sita # zestawu podstawowego plus zestaw 1, [mm]										
0	1	2	4	5,6 (5)	8	11,2 (11)	16	22,4 (22)	31,5 (32)	45
Do uproszczonego opisu kruszywa mogą być używane wymiary otworów sit podane w nawiasach										

Tabela 3. Wymiary otworów sit do określania wymiaru kruszywa mniejszego niż 1 mm

Sita #, [mm]					
0	0,063	0,125	0,25	0,5	1

Tabela 4. Wymagania wobec kruszywa grubego do betonu nawierzchniowego

Lp	Właściwość	Metoda badania	Wymagania wobec kruszywa grubego do:	
			dolnej warstwy	górnej warstwy z „odkrytym kruszywem”
1	2	3	4	5
1	Uproszczony opis petrograficzny	PN-EN 932-3	deklarowany przez producenta	deklarowany przez producenta zgodny z zapisami pkt.2.3

2	Maksymalny wymiar kruszywa w mieszance betonowej	PN-EN 933-1	$D_{\max} = 22,4 \text{ mm}$ lub $D_{\max} = 31,5 \text{ mm}$		$D_{\max} = 8 \text{ mm}$	
3	Uziarnienie w zależności od wymiaru kruszywa, wymagana kategoria	PN-EN 933-1	wymiar $D/d > 2$ i $D > 11,2 \text{ mm}$	$G_C 90/15$	$G_C 90/15$	
			wymiar $D/d \leq 2$ lub $D \leq 11,2 \text{ mm}$	$G_C 85/20$		
4	Tolerancja uziarnienia na sitach pośrednich w zależności od wymiaru kruszywa, wymagana kategoria	PN-EN 933-1	$D/d < 4$ i sito pośrednie $D/1,4$	$G_T 15$	$G_T 15$	
			$D/d \geq 4$ i sito pośrednie $D/2$	$G_T 17,5$		
5	Zawartość pyłów; wartość nie wyższa niż:	PN-EN 933-1	1,0 % wartość deklarowana		1,0 % wartość deklarowana	
6	Kształt kruszywa; kategoria nie wyższa niż:	PN-EN 933-3 lub PN-EN 933-4	F_{20} lub Sl_{20}		Fl_{15} lub Sl_{15}	
7	Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej, kategoria nie niższa:	PN-EN 933-5	$C_{95/1}$		$C_{100/0}$	
8	Odporność kruszywa na rozdrabnianie; kategoria nie wyższa niż:	PN-EN 1097-2	badana na kruszywie o wymiarze 10/14	$LA_{25}^{1)}$	badana na kruszywie o frakcji 4/8	LA_{20}
9	Odporność na polerowanie; wartość nie niższa niż:	PN-EN 1097-8	brak wymagań		badana na normowej frakcji kruszywa	PSV_{53} wartość deklarowana
10	Mrozoodporność badana w 1 % NaCl; wartość nie wyższa niż w %:	PN-EN 1367-6	badana na kruszywie o frakcji 8/16	6,0	badana na kruszywie o frakcji 4/8	6,0
11	Zawartość siarczanów rozpuszczalnych w kwasie, nie wyższa niż kategoria:	PN-EN 1744-1	$AS_{0,8}$		$AS_{0,8}$	
12	Zawartość siarki całkowitej; wartość nie wyższa niż w %:	PN-EN 1744-1	1,0		1,0	
13	Zawartość chlorków rozpuszczalnych w wodzie; wartość nie wyższa niż w %:	PN-EN 1744-1	0,02		0,02	
14	„Zgorzel słoneczna” bazaltu, wymagana kategoria	PN-EN 1367-3	SB_{LA}		SB_{LA}	
15	Potencjalna reaktywność alkaliczna; wartość:	PN-B-06714-46:1992	stopień reaktywności alkalicznej 0		stopień reaktywności alkalicznej 0	
16	Reaktywność alkaliczna ASR; wartość:	PN-B-06714-34:1991	zwiększenie wymiarów liniowych beleczek nie więcej niż 0,1 %		zwiększenie wymiarów liniowych beleczek nie więcej niż 0,1 %	
17	Lekkie zanieczyszczenia;	PN-EN 1744-1	0,1		0,1	

	wartość nie wyższa niż w %:			
18	Gęstość ziaren wysuszonych w suszarce ρ_{rd}	PN-EN 1097-6	wartość deklarowana $\pm 30 \text{ kg/m}^3$	wartość deklarowana $\pm 30 \text{ kg/m}^3$
<p>Objaśnienie:</p> <p>1) wyłącznie do warstwy dolnej dopuszcza się stosowanie grubego kruszywa o kategorii LA_{35} pod warunkiem, że jego mrozoodporność, badana w 1 % NaCl na kruszywie o frakcji 8/16, jest nie większa niż 2 %</p>				

Tabela 5. Wymagania wobec kruszywa drobnego do betonu nawierzchniowego

Lp	Właściwość	Metoda badania	Wymagania wobec kruszywa drobnego do:	
			dolnej warstwy	górnej warstwy z „odkrytym kruszywem”
1	2	3	4	5
1	Uproszczony opis petrograficzny	PN-EN 932-3	deklarowany przez producenta	zgodne z zapisami pkt. 2.3
2	Maksymalny wymiar kruszywa w mieszance betonowej	PN-EN 933-1	$D_{\max} = 4 \text{ mm}$ lub $D_{\max} = 2 \text{ mm}$	$D_{\max} = 2 \text{ mm}$
3	Uziarnienie kruszywa, wymagana kategoria	PN-EN 933-1	$G_{\text{F}85}$	$G_{\text{F}85}$
4	Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa deklarowanego przez producenta	PN-EN 933-1	zgodnie z załącznikiem C normy PN-EN 12620	zgodnie z załącznikiem C normy PN-EN 12620
5	Zawartość pyłów; wartość nie wyższa niż:	PN-EN 933-1	1, 5 % wartość deklarowana	1, 5 % wartość deklarowana
6	Zawartość siarczanów rozpuszczalnych w kwasie, kategoria nie wyższa niż:	PN-EN 1744-1	$AS_{0,8}$	$AS_{0,8}$
7	Zawartość siarki całkowitej; wartość nie wyższa niż w %:	PN-EN 1744-1	1,0	1,0
8	Zawartość chlorków rozpuszczalnych w wodzie; wartość nie wyższa niż w %:	PN-EN 1744-1	0,02	0,02
9	Potencjalna reaktywność alkaliczna; wartość:	PN-B-06714-46:1992	stopień reaktywności alkalicznej 0	stopień reaktywności alkalicznej 0
10	Reaktywność alkaliczna ASR; wartość:	PN-B-06714-34:1991	zwiększenie wymiarów liniowych beleczek nie więcej niż 0,1 %	zwiększenie wymiarów liniowych beleczek nie więcej niż 0,1 %
11	Lekkie zanieczyszczenia; wartość nie wyższa niż w %:	PN-EN 1744-1	0,5	0,5
12	Gęstość ziaren wysuszonych w suszarce ρ_{rd}	PN-EN 1097-6	wartość deklarowana $\pm 30 \text{ kg/m}^3$	wartość deklarowana $\pm 30 \text{ kg/m}^3$

Ocenę i weryfikację stałości właściwości użytkowych kruszyw stosowanych do betonu nawierzchniowego należy prowadzić według systemu oceny 2+. W deklaracjach właściwości użytkowych kruszyw reaktywność alkaliczną *ASR* należy zadeklarować w odniesieniu do PN-B-06714-34:1991.

2.4. Woda

Do wytwarzania mieszanki betonowej, jak i do pielęgnacji nawierzchni betonowej, należy stosować wodę odpowiadającą wymaganiom określonym w PN-EN 1008. Stosowanie wody pitnej nie wymaga badań. Zabrania się stosowania wody z systemów recyklingu.

2.5. Domieszki i dodatki do betonu

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

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

Do napowietrzania betonu nawierzchniowego konieczne jest stosowanie domieszek napowietrzających. Domieszkę napowietrzającą należy dozować razem z wodą zarobową. Stosowanie innych rodzajów domieszek powinno wynikać z potrzeb technologicznych, podyktowanych warunkami wbudowania mieszanki betonowej.

Przy wyborze domieszki należy uwzględnić jej kompatybilność z cementem. W przypadku zastosowania więcej niż jednej domieszki należy sprawdzić w badaniach wstępnych (na etapie projektowania mieszanki betonowej) ich wzajemną kompatybilność. W betonie napowietrzonym kompatybilność domieszki napowietrzającej z innymi domieszkami należy sprawdzić na podstawie charakterystyki porów powietrznych zgodnie z PN-EN 480-11 w odniesieniu do kryteriów określonych w PN-EN 934-2. Sposób dozowania oraz zużycie domieszek powinno być zgodne z instrukcją producenta. Nie należy stosować równocześnie więcej niż 3 rodzajów domieszek. Do jednego betonu można użyć tylko domieszek z jednej grupy środków, tzn. od jednego producenta. Do betonu nawierzchniowego nie dopuszcza się stosowania dodatków mineralnych.

Domieszki jako wyroby budowlane powinny posiadać wymagane prawem dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych.

2.6. Materiały do pielęgnacji i ochrony świeżego betonu

Do pielęgnacji i ochrony świeżo ułożonej warstwy nawierzchniowej z betonu należy stosować preparaty do pielęgnacji świeżego betonu o ustalonej skuteczności lub folię polietylenową. Materiały do pielęgnacji nie powinny wchodzić w reakcje chemiczne z dojrzewającym betonem. Preparatem pielęgnacyjnym należy również pokrywać boczne powierzchnie płyt oraz ścianki szczelin bezpośrednio po nacinaniu betonu.

Materiały do pielęgnacji i ochrony świeżego betonu, jako wyroby budowlane powinny posiadać wymagane prawem dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych.

2.7. Materiały do warstwy poślizgowej

Jeżeli Dokumentacja Projektowa zakłada wykonywanie podbudowy zasadniczej z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym należy stosować warstwę poślizgową. Warstwa poślizgowa powinna być wykonana z geowłókniny.

2.7.1. Geowłóknina

Należy stosować geowłókniny, których właściwości spełniają wymagania podstawowe określone w PN-EN 13249 oraz podane w tabeli 6. Geowłóknina powinna być wykonana z poliolefinów (włókien polipropylenowych lub polietylenowych) jako geosyntetyk nietkany (non wovens).

Tabela 6. Wymagania wobec geowłókniny do warstwy poślizgowej

Lp.	Właściwości	Metoda badania	Jm.	Wymagania
1	2	3	4	5
1	Gramatura / masa powierzchniowa	PN-EN ISO 9864	g/m ²	450 ÷ 550

2	Wytrzymałość na rozciąganie - wzdłuż pasma - wszerz pasma	PN-EN ISO 10319	kN/m kN/m	≥ 20 ≥ 20
3	Grubość przy nacisku 20 kPa	PN-EN ISO 9863-1	mm	≥ 2
4	Wodoprzepuszczalność prostopadła do płaszczyzny geowłókniny, $h=50\text{mm}$	PN-EN ISO 11058	$\text{l/m}^2\text{s}$	≥ 45
5	Zdolność przepływu wody w płaszczyźnie geowłókniny przy nacisku 20 kPa, przy spadku hydraulicznym $i=1$	PN-EN ISO 12958	$10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	$\geq 4,0$
6	Odporność na działanie alkaliów			$\geq 96 \text{ \%PP/PE}$

Przed przymocowaniem geowłókniny podbudowę zasadniczą należy oczyścić i odpylić. Geowłókninę należy przymocować do podbudowy bezpośrednio przed wykonywaniem warstwy nawierzchniowej i chronić ją przed zanieczyszczeniem. Przed wykonywaniem warstwy nawierzchniowej geowłókninę należy spryskać wodą. Geowłóknina po przymocowaniu kołkami powinna dokładnie przylegać do podbudowy. Niedopuszczalne są sfaldowania i pęcherze powietrza. Geowłókninę należy łączyć na zakłady: podłużne i poprzeczne, wynoszące $20 \text{ cm} \pm 5 \text{ cm}$. Zakłady powinny być przesunięte względem siebie, w dowolnym miejscu nie więcej niż 3 warstwy geowłókniny powinny zachodzić na siebie. Geowłóknina powinna wystawać poza krawędź warstwy nawierzchniowej i kończyć się w miejscu zapewniającym skuteczne odprowadzenie wody.

Geowłóknina jako wyrób budowlany powinna posiadać wymagane prawem dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych.

2.8. Dyble, kotwy i stal zbrojeniowa

Szczegóły dotyczące rozmieszczenia poszczególnych rodzajów szczelin oraz sposobu ich konstruowania, a także dotyczące dybli oraz kotew, takie jak: rozmieszczenie, położenie, długość, średnica, dopuszczalne tolerancje, rodzaj stali, sposób zamocowania i inne szczegóły niezbędne w przyjętych warunkach realizacji powinna określać Dokumentacja Projektowa. Szczelina podłużna nie powinna pokrywać się ze śladami kół i oznakowania poziomego. Odległość szczeliny od prawdopodobnego przebiegu śladu kół powinna wynosić od 0,75 do 1,0 m.

2.8.1. Dyble

Dyble powinny być wykonane z stalowych prętów gładkich i powinny spełniać wymagania określone w PN-EN 13887-3. 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. Minimalna średnica dybli powinna wynosić 25 mm, długość 500 mm. Tolerancja długości dybli $\pm 10 \text{ mm}$. Dyble powinny być prętami prostymi, bez karbów i innych nierówności. Ich przesuwane końce po przecięciu piłą nie powinny mieć żadnych deformacji przekroju wyrażającego się zmienną geometrią średnicy nominalnej. Dyble powinny być powleczone ochronną powłoką polimerową o grubości min. 0,3 mm i max. 1,25 mm wykonaną fabrycznie, odporną na działanie alkaliów. W przypadku szczelin rozszerzania dyble powinny umożliwić poziome przemieszczenia krawędzi szczeliny zgodnie z Dokumentacją Projektową.

Dyble jako wyrób budowlany powinny posiadać wymagane prawem dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych.

2.8.2. Kotwy

Kotwy powinny być wykonane z prętów żebrowanych ze stali zbrojeniowej klasy co najmniej B250 lub B500 i powinny być zgodne z PN-EN 10080. Kotwy zgodnie z PN-EN 13877-3 powinny mieć średnicę 20 mm oraz długość 800 mm. W przypadku stosowania kotew wklejanych 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 wyrywanie 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 powinny być powleczone ochronną powłoką polimerową o grubości min. 0,3 mm i max. 1,25 mm odporną na działanie alkaliów, zapewniającą niezawodność użycia i nadająca się do tego celu.

Stal jako wyrób budowlany powinna posiadać wymagane prawem dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych.

2.9. Wypełnienie szczelin

2.9.1. Zalewa drogowa

Należy używać zalew drogowych, stosowanych na gorąco lub zimno, których właściwości spełniają wymagania podstawowe określone w PN-EN 14188-1 (zalewy na gorąco) lub PN-EN 14188-2 (zalewy na zimno). Zalewa drogowa powinna łatwo wypełniać szczelinę. Zalewa drogowa oraz wykonane nią wypełnienie powinno charakteryzować się następującymi cechami:

- bardzo dobrą przyczepnością (adhezją) do zagruntowanych ścianek szczeliny;
- wysoką stabilnością pod naciskiem;
- elastycznością oraz rozciągliwością w niskich temperaturach;
- odpornością na działanie środków odładowych;
- dużą odpornością na starzenie się;
- odpornością na kontakt z paliwem.

Zalewy powinny być dostarczane w oryginalnych opakowaniach producenta.

Zalewy drogowe jako wyroby budowlane powinny posiadać wymagane prawem dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych.

2.9.2. Gruntownik

Stosowane środki gruntujące powinny spełniać wymagania określone w PN-EN 14188-4. Jeżeli środek gruntujący jest zalecany przez producenta zalewy drogowej, to należy postępować zgodnie z podanymi przez niego zaleceniami. Producent powinien zawsze określać, czy środek gruntujący jest wymagany, czy nie.

Środki gruntujące jako wyroby budowlane powinny posiadać wymagane prawem dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych.

2.9.3. Profile elastyczne

Szczeliny poprzeczne powinny być wypełnione szczelnie dopasowanymi do szerokości szczelin profilami elastycznymi gumowymi (zamkniętymi lub otwartymi), jednym kawałkiem na całej jej długości. Należy stosować profile, których właściwości spełniają wymagania podstawowe określone w PN-EN 14188-3. Profile należy wcisnąć w szczelinę poprzeczną po wypełnieniu szczeliny podłużnej. Do szczelin podłużnych nie używa się profili ze względu na niebezpieczeństwo wyssania przez koła samochodów.

Guma stosowana do wykonania profili powinna być odporna na spękania przy oddziaływaniu warunków atmosferycznych (wysokich i niskich temperatur), chemicznych środków odładowych. Dolna część profilu powinna być uzbrojona w drut do wyciągania go ze szczeliny.

Profile elastyczne jako wyroby budowlane powinny posiadać wymagane prawem dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych.

2.9.4. Materiał uszczelniający

W szczelinę po oczyszczeniu i zagruntowaniu wkłada się materiał uszczelniający (sznur uszczelniający (kord) lub wałeczek z pianki poliuretanowej) w celu uszczelnienia i zmniejszenia wysokości szczeliny. Jest to materiał syntetycznego pochodzenia o walcowatym kształcie, wciskany do szczeliny w celu uzyskania podparcia dla masy zalewowej, utrzymania odpowiedniej głębokości, uszczelnienia i zabezpieczenia przed głębszym wnikaniem zalewy w trakcie wypełniania nią szczeliny.

Materiał uszczelniający jako wyrób budowlany powinien posiadać wymagane prawem dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych.

2.10. Powierzchniowy opóźniacz wiązania cementu w betonie

Powierzchnia górnej warstwy, natychmiast po ułożeniu betonu, powinna być skropiona powierzchniowym opóźniaczem wiązania cementu w betonie.

Powierzchniowy opóźniacz wiązania cementu w betonie jako wyrób budowlany powinien posiadać wymagane prawem dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych.

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w WWiORB D-M 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

3.2. Sprzęt do układania geowłókniny

Do przenoszenia i układania geowłókniny Wykonawca powinien używać odpowiedniego sprzętu zalecanego przez producenta, nie powodującego uszkodzenia układanego materiału. Mogą to być np. maszyny mające możliwość podwieszenia szpuli z geowłókniną oraz jej rozwijania, a także naciągania i układania podczas jazdy.

3.3. Sprzęt do wykonywania warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego

Wykonawca przystępując do wykonania warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- wytwórni stacjonarnych zapewniających ciągłą produkcję mieszanki betonowej na potrzeby kontraktu, w tym:
- wytwórni do produkcji mieszanki betonowej na warstwę górną nawierzchni o wydajności nie mniejszej niż 100 m³/godz.,
- wytwórni do produkcji mieszanki betonowej na warstwę dolną nawierzchni o wydajności nie mniejszej niż 250 m³/godz.,
- wytwórni zapasowej o wydajności nie mniejszej niż 100 m³/godz.
- zestawu maszyn, które mają własny napęd i w sposób ciągły układają, zagęszczają i wykańczają warstwę nawierzchniową z betonu cementowego o grubości i szerokości określonej w Dokumentacji Projektowej,
- przewoźnych zbiorników na wodę,
- sprzętu do teksturowania nawierzchni,
- sprzętu do wykonywania szczelin i ich wypełniania.

Sprzęt, który Wykonawca zamierza zastosować do wykonywania warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego zatwierdza Inżynier.

3.4. Wytwórnia mieszanki betonowej

Przed przystąpieniem do produkcji mieszanki betonowej należy dokonać oceny możliwości produkcyjnych wytwórni dla potrzeb kontraktu.

Każda wytwórnia powinna być wyposażona w mieszalnik o wydajności zapewniającej ciągłość produkcji i Robót na budowie oraz odpowiadający zalecanym warunkom co do sposobu mieszania i jego intensywności. Należy zapewnić wymaganą dokładność dozowania poszczególnych składników mieszanki. Wytwórnia powinna być wyposażona m.in. w:

- komputerowy system sterowania zapewniający spełnienie wymagań produkcji określonych w PN-EN 206,
- wysokiej klasy wagi (tensometry), które przed rozpoczęciem produkcji powinny być zalegalizowane i opłombowane w obecności przedstawiciela Urzędu Miar i Wag,
- system pomiaru wilgotności kruszyw przed mieszaniem,
- trzy niezależne instalacje dozowania domieszek do betonu.

Urządzenia dozujące powinny być tak wykonane, aby w rzeczywistych warunkach działania zostały spełnione i utrzymane tolerancje określone w PN-EN 206 oraz pkt. 5.9.

Inżynier przeprowadza kontrolę każdej wytwórni zgłoszonej przez Wykonawcę, według postanowień zawartych w PN-EN 206.

3.5. Zestaw maszyn do układania warstwy nawierzchniowej

Warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego powinna być wykonywana dwuwarstwowo za pomocą zestawu maszyn do wbudowywania mieszanki w deskowaniu przesuwne (ślizgowym) jednym przejściem w tym samym czasie na całej szerokości projektowanej jezdni.

Warstwa nawierzchniowa – płyta dwuwarstwowa dyblowana i kotwiona:

- maszyna do układania dolnej warstwy wyposażona m.in. w:
 - stół układający mieszankę na całej szerokości zaprojektowanej jezdni,
 - automatyczne urządzenia do sterowania stołem w pozycji pionowej i poziomej,
 - deskowanie przesuwne (ślizgowe),

- zespół wibratorów wglębnych do zagęszczania mieszanki betonowej,
 - automatyczne urządzenie do wwibrowywania dybli w dolną warstwę,
 - urządzenie do wwibrowywania kotew w dolną warstwę,
 - zespół napędowy podwozia gąsienicowego.
- maszyna do układania górnej warstwy wyposażona m.in. w:
- stół układający mieszankę na całej szerokości zaprojektowanej jezdni,
 - automatyczne urządzenia do sterowania stołem w pozycji pionowej i poziomej,
 - zespół wibratorów wglębnych do zagęszczania mieszanki betonowej,
 - poprzeczną belkę do zagęszczania i wstępnego wygładzania układanej powierzchni,
 - mechaniczną zacieraczkę do końcowego wygładzenia ułożonej nawierzchni,
 - deskowanie przesuwne (ślizgowe),
 - zespół napędowy podwozia gąsienicowego.
- maszyna z pomostem do wykańczania nawierzchni wyposażona m. in. w:
- układ sterowania kierunkiem jazdy pomostu,
 - mechaniczne urządzenie do spryskiwania środkiem opóźniającym wiązanie cementu i preparatem powłokowym do pielęgnacji. Dysze spryskiwaczy powinny być zamocowane na poprzecznej belce umocowanej ok. 40 cm nad powierzchnią warstwy i rozmieszczone w odstępach ok. 45 cm,
 - pomost roboczy umożliwiający wykonywanie ręcznie poprawek po niedokładnie zatartej powierzchni warstwy,
 - uchwyty do zamontowania wałka z nawiniętą folią polietylenową służącą do przykrywania warstwy nawierzchniowej po jej ułożeniu wraz z tkaniną jutową służącą do przyciskania folii do powierzchni warstwy górnej. Folia powinna być szersza od układanej nawierzchni o ok. 1,5 m, aby po rozłożeniu jej brzegi można było zamocować do podłoża (np. za pomocą nasypanego gruntu) zabezpieczając ją przed skutkami działania wiatru.

Wykonawca musi zapewnić zapasowe urządzenie do spryskiwania środkiem opóźniającym wiązanie cementu i preparatem powłokowym do pielęgnacji, dostępne na placu budowy w razie awarii urządzenia podstawowego.

3.6. Sprzęt do wykonania teksturowania nawierzchni

Do teksturowania nawierzchni tj. do prac związanych z wykonaniem tekstury (makrotekstury) na powierzchni warstwy nawierzchniowej powinien być zastosowany następujący sprzęt:

- samochód ciężarowy przystosowany do czyszczenia powierzchni wodą pod wysokim ciśnieniem,
- szczotki mechaniczne z odpowiednim włosiem,
- maszyna do mechanicznego nanoszenia preparatu powłokowego do pielęgnacji.

Wykonawca musi zapewnić dostępne na budowie zapasowe urządzenia: do szczotkowania nawierzchni oraz do nanoszenia preparatu do pielęgnacji po wykonanym teksturowaniu.

3.7. Sprzęt do wykonywania i wypełniania szczelin

Do wykonywania i wypełniania szczelin powinny być zastosowane:

- piły tarczowe mechaniczne do nacinania szczelin w betonie wyposażone w automatyczne odsysanie i odprowadzenie (poza jezdnię) szlamu powstającego podczas nacinania,
- urządzenie do fazowania krawędzi przy szczelinach do głębokości 3 mm,
- sprężarka do czyszczenia szczelin sprężonym powietrzem,
- urządzenie do gruntowania ścianek bocznych szczeliny preparatem gruntującym,
- urządzenie do wciskania kordu w szczeliny,
- urządzenie do wypełniania szczelin zalewą drogową na gorąco i/lub na zimno,
- urządzenie do wciskania profili elastycznych w szczeliny poprzeczne.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w WWiORB D-M 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

4.2. Transport materiałów

Cement powinien być przewożony cementowozami, w przypadku cementu luzem.

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

Domieszki należy przewozić zgodnie z warunkami podanymi w dokumentach producenta. Domieszki można przewozić dowolnymi środkami transportu, chroniąc opakowania przed uszkodzeniami mechanicznymi.

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

Dyble, kotwy, stal zbrojeniową należy przewozić dowolnymi środkami w sposób zabezpieczony przed uszkodzeniem powłok i zgięciem.

Zalewy drogowe oraz preparaty pielęgnacyjne należy przewozić zgodnie z warunkami podanymi w dokumentach producenta. Zalewy drogowe można przewozić dowolnymi środkami transportu, chroniąc opakowania przed uszkodzeniami mechanicznymi.

Mieszkankę betonową należy przewozić samochodami ze stalowymi skrzyniami ładunkowymi.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania Robót

Ogólne zasady wykonania Robót podano w WWiORB D-M 00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

5.2. Zasady projektowania składu mieszanki betonowej

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.

Mieszanka betonowa powinna być zaprojektowana z zastosowaniem minimum 3 frakcji kruszyw w przypadku betonu dolnej warstwy oraz minimum 2 frakcji kruszyw w przypadku betonu górnej warstwy. Krzywe dobrego uziarnienia mieszanki kruszyw $D_{max}=22,4\text{mm}$ oraz $D_{max}=31,5\text{ mm}$, które mogą być wykorzystane do projektowania określa tabela 7. W przypadku mieszanki kruszyw $D_{max}=8\text{ mm}$ zaleca się, aby zawartość frakcji 4/8 mm wynosiła min. 68 %. Współczynnik woda/cement (w/c), określany jako stosunek efektywnej zawartości wody do zawartości cementu w betonie nawierzchniowym, nie powinien być większy niż 0,40. Tolerancja dla założonej wartości współczynnika w/c $\pm 0,02$. Do betonu dolnej i górnej warstwy należy stosować ten sam rodzaj i klasę cementu. Zawartość cementu określona na zarobach próbnym nie powinna być mniejsza niż 360 kg/m^3 w przypadku betonu dolnej warstwy oraz 420 kg/m^3 w przypadku warstwy z „odkrytym kruszywem”. Zaleca się, aby zawartość cementu oraz ziaren do $0,25\text{ mm}$ nie była większa niż 450 kg/m^3 , w przypadku mieszanki kruszyw do 8 mm dopuszcza się do 500 kg/m^3 . Całkowita zawartość alkaliów w składnikach mieszanki betonowej w żadnym przypadku nie może przekraczać 3 kg/m^3 . Zawartość chlorków w betonie nie powinna przekraczać maksymalnych wartości określonych w PN-EN 206. Urabialność mieszanki powinna zapewnić najwyższe jej zagęszczenie, przy czym po usunięciu deskowania ślizgowego krawędzie „świeżej” warstwy nie mogą ulegać odkształceniom. Ustaloną konsystencję należy określić klasą konsystencji lub docelową wartością zgodną z PN-EN 12350-2 lub PN-EN 12350-3 lub PN-EN 12350-4. Zawartość powietrza ustalona na podstawie badań, wynikająca z zastosowania domieszki napowietrzającej powinna być zgodna z wymaganiami tabeli 8. Napowietrzenie betonu powinno być stabilne podczas betonowania nawierzchni. Przy ustalaniu składu wytrzymałość na ściskanie betonu powinna być większa niż wartość f_{ck} z zapasem niezbędnym dla spełnienia kryteriów zgodności podanych w PN-EN 206 oraz zagwarantowania wymaganej wytrzymałości betonu w warstwie nawierzchniowej, przy czym f_{ck} oznacza wytrzymałość charakterystyczną betonu na ściskanie oznaczoną na próbkach sześciennych. Zakres badań do wykonania przez Wykonawcę na etapie projektowania składu mieszanki określa pkt.5.5.2. niniejszych WWiORB. Zaprojektowany przez Wykonawcę skład mieszanki może zostać skorygowany w czasie wykonywania próby technologicznej na odcinku próbnym. Do celów produkcyjnych należy sporządzić skład roboczy betonu, który powinien uwzględniać jego wykonanie i wbudowanie.

Tabela 7. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki kruszyw

Sito #, [mm]	Ułamek masowy kruszywa przechodzącego przez sito, [%]	
	wymiar kruszywa $D_{max}= 22,4$ mm	wymiar kruszywa $D_{max}= 31,5$ mm
45	--	100
31	100	90 ÷ 100
22	90 ÷ 100	70 ÷ 85
16	58 ÷ 74	51 ÷ 72
8	40 ÷ 55	37 ÷ 51
4	27 ÷ 42	28 ÷ 42
2	20 ÷ 34	20 ÷ 34
1	14 ÷ 27	14 ÷ 26
0,5	8 ÷ 20	8 ÷ 18
0,25	2 ÷ 10	3 ÷ 9

Tabela 8. Wymagana zawartość powietrza w mieszance betonowej

Wymiar kruszywa	Etap wykonywania badań	
	Projektowanie składu mieszanki betonowej	Sprawdzanie receptury, próba technologiczna, bieżąca kontrola robót
	[%]	[%]
$D_{max} = 8,0$ mm	5,0 ÷ 6,5	wartość wg receptury ± tolerancja pomiarowa tj. – 0,5 ; +1,0
$D_{max} = 22,4$ mm	4,5 ÷ 6,0	
$D_{max} = 31,5$ mm	4,0 ÷ 5,5	

5.3. Wymagania wobec projektowanego betonu nawierzchniowego

Sklasyfikowane oddziaływania środowiska na beton nawierzchniowy określa tabela 9. Wyprecyzowane wymagania wobec projektowanego betonu do dolnej i górnej warstwy nawierzchni betonowej określa tabela 10.

Tabela 9. Środowisko betonu nawierzchniowego

Lp.	Warstwa betonu nawierzchniowego	Klasa ekspozycji wg: PN-EN 206, PN-B-06250	Kategoria środowiskowa wg CEN/TR 16349
1	2	3	4
1	górna	XF4, XM2	E3
2	dolna	XF4	E3

Tabela 10. Wymagania wobec projektowanego betonu nawierzchniowego

Lp.	Właściwość betonu	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 wg PN-EN 206, nie niższa niż:	C35/45	PN-EN 12390-3
3	Wytrzymałość betonu na zginanie w 28 dniu ⁽²⁾ twardnienia (średnia z trzech próbek), nie niższa niż:	5,5 MPa	PN-EN 12390-5 (schemat 4-punktowy)
4	Wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu w 28 dniu ⁽²⁾ twardnienia (średnia z trzech próbek sześciennych), nie niższa niż:	3,5 MPa	PN-EN 12390-6
5	dot. warstwy górnej Odporności na zamrażanie i rozmrażanie z udziałem soli odladzającej (S_{56} – średni ubytek masy na jednostkę powierzchni po 56 cyklach, S_{28} – średni ubytek masy na jednostkę powierzchni po 28 cyklach), wartości wymagane nie większe niż:	$S_{56} < 0,50 \text{ kg/m}^2$ i $S_{56} / S_{28} < 2$	PKN-CEN/TS 12390-9 (metoda „slab test”)
6	Charakterystyka porów powietrznych w betonie: - zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3 mm (A_{300}), nie mniej niż - wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie \bar{L} , nie więcej niż:	1,8 % 0,18 mm	PN-EN 480-11
7	dot. warstwy górnej Odporność na wnikanie benzyny i oleju ⁽¹⁾ , nie więcej niż:	30 mm	PN-EN 13877-2 Zał. B
8	dot. warstwy dolnej Mrozoodporność F200 ^{(2), (3)} , przy badaniu metodą bezpośrednią - ubytek masy próbki, nie więcej niż: - spadek wytrzymałości na ściskanie, nie więcej niż:	5 % 20 %	PN-B-06250

Objaśnienie:
⁽¹⁾ 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.
⁽²⁾ lub w czasie równoważnym w stosunku do 28 dni twardnienia, wynikającym z charakterystyki użytego cementu; czas równoważny w zależności od użytego cementu: 1) CEM I R, CEM II/A-S R – 28 dni; 2) CEM I N, CEM II/A-S N, CEM II/B-S N, R – 56 dni
⁽³⁾ dot. warstwy dolnej - badanie równoważne z badaniem Lp. 6.

5.4. Wymagania funkcjonalne nawierzchni betonowej

Kontrolę zgodności wymagań funkcjonalnych nawierzchni betonowej wobec zaprojektowanych należy przeprowadzić na próbkach rdzeniowych pobranych z nawierzchni, wykonując badania / pomiary następujących właściwości:

- wytrzymałości,
- grubości,
- gęstości,
- odporności betonu na zamrażanie i rozmrażanie,
- odporność na wnikanie benzyny i oleju (jeżeli wymagana)

oraz sprawdzić położenie dybli i kotew.

Sprawdzenia wytrzymałości na ściskanie i gęstości betonu górnej warstwy należy przeprowadzać na próbkach normowych pobranych w czasie Robót, z uwagi na brak możliwości pobrania z tej warstwy jednorodnych próbek rdzeniowych o dostatecznej wysokości (min. 80 mm, pożądane 100 mm).

Wymagania funkcjonalne nawierzchni betonowej określa tabela 11.

Tabela 11. Wymagania funkcjonalne nawierzchni betonowej

Lp.	Właściwości	Wymagania	Metoda badania
1	2	3	4
Wytrzymałość nawierzchni betonowej			
1	dot. warstwy dolnej klasa wytrzymałości na ściskanie betonu wg PN-EN 13877-2 pkt. 4.2.2, nie niższa niż:	CC 40	PN-EN 12390-3

Grubość nawierzchni betonowej			
2	Kategoria tolerancji grubość warstwy wg PN-EN 13877-2 pkt. 4.3 :	T5	PN-EN 13877-2 pkt. 4.3
Gęstość nawierzchni betonowej			
3	<u>dot. warstwy dolnej</u> Gęstość betonu w odniesieniu do próbek referencyjnych, wg PN-EN 13877-2 pkt.4.4, nie mniejsza niż:	95 %	PN-EN 12390-7
Odporność betonu na zamrażanie i odmrażanie			
4	<u>dot. warstwy górnej</u> Odporności na zamrażanie i rozmrażanie z udziałem soli odladzającej (S_{56} – średni ubytek masy na jednostkę powierzchni po 56 cyklach, S_{28} – średni ubytek masy na jednostkę powierzchni po 28 cyklach), wartości wymagane nie większe niż:	$S_{56} < 0,50$ kg/m^2 i $S_{56} / S_{28} < 2$	PKN-CEN/TS 12390-9 (metoda „slab test”)
5	Charakterystyka porów powietrznych w betonie: - zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3 mm (A_{300}), nie mniej niż: - wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie \bar{L} , nie więcej niż:	1,5 % 0,20 mm	PN-EN 480-11
Położenie dybli i kotew		zgodne z Dokumentacją Projektową	

5.5. Badania na etapie projektowania oraz sprawdzania składu mieszanki i betonu

5.5.1. Uwagi ogólne

Wykonawca powinien przedłożyć Inżynierowi, z odpowiednim wyprzedzeniem czasowym, przed rozpoczęciem Robót, projekt składu betonu wraz z wynikami badań laboratoryjnych poszczególnych składników mieszanki betonowej oraz betonu, które potwierdzają spełnienie wymagań dotyczących właściwości składników oraz mieszanki i projektowanego betonu nawierzchniowego, określonych w pkt: 2.2, 2.3, 5.2, 5.3 niniejszych WWiORB. Wykonawca powinien wykonać badania laboratoryjne poszczególnych składników ze wszystkich źródeł, które zamierza zastosować do mieszanki betonowej oraz betonu, z użyciem tych składowych materiałów.

Inżynier jest zobowiązany:

- sprawdzić, pod względem merytorycznym, projekt składu betonu, wyniki badań laboratoryjnych oraz inne dokumenty przedłożone przez Wykonawcę,
- skierować do Laboratorium Zamawiającego zlecenie na wykonanie badań kontrolnych, sprawdzających właściwości poszczególnych składników oraz mieszanki betonowej i projektowanego betonu nawierzchniowego, na podstawie próby technologicznej na wytwórni,
- przekazać do Laboratorium Zamawiającego dokumenty Wykonawcy, dotyczące poszczególnych składników mieszanki oraz projektowanego betonu nawierzchniowego.

Zamawiający wymaga, aby Wykonawca przedkładając Inżynierowi do zatwierdzenia dokumenty dotyczące jakości materiałów i wyrobów, które zamierza zastosować w warstwie nawierzchniowej, załączył m.in. :

- sprawozdania z badania reaktywności alkalicznej kruszyw (dot. każdego kruszywa stosowanego do betonu) według PN-B-06714-34:1991. Uwzględniając postanowienie zawarte w PN-B-06714-34:1991 w pkt. 1.2. wymaga się, aby badania te były wykonane przez laboratorium, które posiada kompetencje potwierdzone certyfikatem Polskiego Centrum Akredytacji do wykonywania badania reaktywności alkalicznej według PN-B-06714-34:1991;
- opinię petrograficzną wraz z rozpoznaniem na cienkich szlifach minerałów reaktywnych w kruszywach grubych (minerały reaktywne wskazane w ASTM C295/C295M-12), z uwagi na zagrożenie reakcją alkalia-krzemionka ASR w betonie (nie dotyczy kruszyw bazaltowych i granitowych o udokumentowanej przydatności w procesie eksploatacji nawierzchni betonowej na drogach krajowych KR5÷KR7);
- sprawozdania z badania charakterystyki porów powietrznych w stwardniałym betonie według PN-EN 480-11, które powinno zawierać również tablicę z oznaczeniem rozkładu porów powietrznych.

5.5.2 Zakres badań

Podczas projektowania składu mieszanki / badania Wykonawcy / oraz sprawdzania składu mieszanki / badania Zamawiającego / należy wykonać badania:

- kruszyw w zakresie właściwości określonych w tabelach 4 i 5.

Na etapie projektowania i sprawdzania składu mieszanki nie bada się właściwości kruszyw, określonych w tabeli 4 w wierszu Lp.16 oraz tabeli 5 w wierszu Lp. 10. Reaktywność alkaliczna ASR powinna być badana i jako właściwość użytkowa deklarowana przez Producenta kruszyw.

- cementu w zakresie następujących właściwości:
 - wytrzymałości na ściskanie zgodnie z PN-EN 196-1,
 - właściwej ilości wody zgodnie z PN-EN 196-3,
 - czasu wiązania zgodnie z PN-EN 196-3.
- mieszanek betonowych w zakresie następujących właściwości:
 - konsystencji według metody odpowiedniej do ustalonej konsystencji,
 - zawartości powietrza zgodnie z PN-EN 12350-7,
 - temperatura mieszanki,
 - gęstości zgodnie z PN-EN 12350-6.
- betonów w zakresie następujących właściwości:
 - gęstości zgodnie z PN-EN 12390-7; badanie należy wykonać na próbkach sześciennych o boku 150 mm wykonanych i pielęgnowanych zgodnie z PN-EN 12390-2,
 - wytrzymałości na ściskanie zgodnie z PN-EN 12390-3; badanie należy wykonać na próbkach sześciennych o boku 150 mm wykonanych i pielęgnowanych zgodnie z PN-EN 12390-2; sprawdzenie na podstawie kryteriów zgodności określonych w PN-EN 206,
 - wytrzymałości na zginanie zgodnie z PN-EN 12390-5; badanie ^{*)} należy wykonać na próbkach belkowych o wymiarach 150 x 150 x 600÷750 mm wykonanych i pielęgnowanych zgodnie z PN-EN 12390-2,
 - wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu zgodnie z PN-EN 12390-6; badanie ^{*)} należy wykonać na próbkach sześciennych o boku 150 mm wykonanych i pielęgnowanych zgodnie z PN-EN 12390-2,
 - odporności na zamrażanie i rozmrażanie z udziałem soli odładowanej zgodnie z instrukcją stanowiącą załącznik nr 1 do niniejszych WWiORB - dot. górnej warstwy; badanie należy wykonać na próbkach sześciennych o boku 150 mm wykonanych zgodnie z PN-EN 12390-2,
 - charakterystyki porów powietrznych metodą zgodną z PN-EN 480-11, dot. górnej warstwy; badanie należy wykonać na próbkach sześciennych o boku 150 mm wykonanych i pielęgnowanych zgodnie z PN-EN 12390-2,
 - mrozoodporności zgodnie z PN-B-06250 - dot. dolnej warstwy; badanie ^{*)} należy wykonać na próbkach sześciennych o boku 100 mm wykonanych i pielęgnowanych zgodnie z PN-B-06250 lub charakterystyki porów powietrznych metodą zgodną z PN-EN 480-11 - dot. dolnej warstwy; badanie należy wykonać na próbkach sześciennych o boku 150 mm wykonanych i pielęgnowanych zgodnie z PN-EN 12390-2,
 - odporności na wnikanie benzyny i oleju zgodnie z PN-EN 13877-3, dot. górnej warstwy; badanie należy wykonać na próbkach sześciennych o boku 150 mm wykonanych i pielęgnowanych zgodnie z PN-EN 12390-2

Objaśnienie: ^{*)} badanie wykonuje się w 28 dniu dojrzewania betonu lub w czasie równoważnym w stosunku do 28 dni twardnienia, wynikającym z charakterystyki użytego cementu.

5.6. Odcinek próbny

5.6.1 Uwagi ogólne

Po odebraniu przez Inżyniera wytwórni mieszanek betonowych oraz po zatwierdzeniu przez niego zgłoszonych maszyn i urządzeń do wykonania nawierzchni betonowej i po sprawdzeniu projektu składu betonu, Wykonawca zgłasza Inżynierowi gotowość do przeprowadzenia próby technologicznej na wytypowanym odcinku próbnym, proponując termin i lokalizację. Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić min. 1000 m². Na odcinku próbnym Wykonawca musi użyć takich materiałów i sprzętu do wytworzenia mieszanki betonowej, transportu, wbudowywania, teksturowania oraz pielęgnacji, jakie będą stosowane do wykonywania warstwy nawierzchniowej na kontrakcie. Lokalizacja i wielkość odcinka próbnego powinna być uzgodniona z Inżynierem.

Wykonawca powinien wykonać odcinek próbny w celu:

- stwierdzenie, czy sprzęt do produkcji mieszanki betonowej, rozkładania i zagęszczania jest właściwy,
- sprawdzenie składu roboczego mieszanki betonowej,
- określenie grubości warstwy wbudowanej mieszanki przed zagęszczeniem, koniecznej do uzyskania wymaganej grubości nawierzchni,
- określenie czasu wibrowania i ustawień urządzeń wibracyjnych dla uzyskania wymaganego zagęszczenia całej warstwy,
- sprawdzenie skuteczności zastosowanego powierzchniowego opóźniacza wiązania i preparatu pielęgnacyjnego oraz określenie czasu rozpoczęcia usuwania niezwiązanej warstewki zaprawy w zależności od warunków pogodowych (temperatury powietrza i siły wiatru),
- określenie czasu rozpoczęcia nacinania szczelin w zależności od temperatury powietrza i siły wiatru.

Zgodne z wymaganiami wyniki badań i pomiarów oraz pozytywne oceny z ustaleń technologicznych na odcinku próbnym są warunkiem dopuszczającym stosowanie zaprojektowanych mieszanek betonowych do budowy warstwy nawierzchniowej. Inżynier akceptuje wyniki badań i pomiarów oraz oceny z odcinka próbnego i zatwierdza do stosowania składy mieszanek betonowych. Zatwierdzone składy mieszanek nie mogą być zmienione bez zgody Inżyniera. W przypadku niezgodnych z wymaganiami wyników badań na odcinku próbnym i niezatwierdzeniu przez Inżyniera odcinka próbnego, Wykonawca ma obowiązek usunąć odcinek próbny (jeżeli był wykonany w obrębie Kontraktu) na własny koszt. W przypadku jakichkolwiek zmian: źródeł materiałów, rodzaju kruszywa, składu mieszanek w trakcie realizacji robót należy wykonać badania w zakresie podanym w pkt. 5.5.2 WWIORB oraz odcinek próbny.

5.6.2. Zakres badań

Na odcinku próbnym Laboratorium Zamawiającego wykonuje badania:

- mieszanek betonowych, w celu sprawdzenia zgodności z założeniami przyjętymi w projektach składu mieszanki:
 - konsystencji według metody odpowiedniej do ustalonej konsystencji,
 - temperatury mieszanki,
 - zawartości powietrza zgodnie z PN-EN 12350-7,
 - gęstości zgodnie z PN-EN 12350-6,

oraz pobiera:

- próbki do badań, w celu sprawdzenia zgodności właściwości betonów z wymaganiami określonymi w tabeli 10:
 - gęstości zgodnie z PN-EN 12390-7; badanie należy wykonać na próbkach sześciennych o boku 150 mm wykonanych i pielęgnowanych zgodnie z PN-EN 12390-2,
 - wytrzymałości na ściskanie zgodnie z PN-EN 12390-3; badanie należy wykonać na próbkach sześciennych o boku 150 mm wykonanych i pielęgnowanych zgodnie z PN-EN 12390-2; sprawdzenie na podstawie kryteriów zgodności określonych w PN-EN 206,
 - wytrzymałości na zginanie zgodnie z PN-EN 12390-5; badanie ¹⁾ należy wykonać na próbkach belkowych o wymiarach 150 x 150 x 600÷750 mm wykonanych i pielęgnowanych zgodnie z PN-EN 12390-2,
 - wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu zgodnie z PN-EN 12390-6; badanie ¹⁾ należy wykonać na próbkach sześciennych o boku 150 mm wykonanych i pielęgnowanych zgodnie z PN-EN 12390-2,
 - odporność na zamrażanie i rozmrażanie z udziałem soli odładzającej zgodnie z instrukcją stanowiącą załącznik nr 1 do niniejszych WWIORB - dot. górnej warstwy; badanie należy wykonać na próbkach sześciennych o boku 150 mm wykonanych zgodnie z PN-EN 12390-2,
 - charakterystyki porów powietrznych metodą zgodną z PN-EN 480-11 - dot. górnej warstwy; badanie należy wykonać na próbkach sześciennych o boku 150 mm wykonanych i pielęgnowanych zgodnie z PN-EN 12390-2
 - mrozoodporności zgodnie z PN-B-06250 - dot. dolnej warstwy; badanie ¹⁾ należy wykonać na próbkach sześciennych o boku 100 mm wykonanych i pielęgnowanych zgodnie z PN-B-06250 lub charakterystyki porów powietrznych metodą zgodną z PN-EN 480-11 - dot. dolnej warstwy; badanie należy wykonać na próbkach sześciennych o boku 150 mm wykonanych i pielęgnowanych zgodnie z PN-EN 12390-2.
- próbki rdzeniowe o średnicy $\varnothing=150$ mm, w celu sprawdzenia zgodności właściwości betonów w warstwie nawierzchniowej z wymaganiami określonymi w tabeli 11:
 - gęstości zgodnie z PN-EN 12390-7, dot. dolnej warstwy; badanie należy wykonać na próbkach rdzeniowych $\varnothing=H=150$ mm,
 - łącznej grubości warstwy nawierzchniowej; badanie zgodnie z PN-EN 13863-3 należy wykonać na pobranych próbkach rdzeniowych,
 - wytrzymałości na ściskanie zgodnie z PN-EN 12504-1, PN-EN 12390-3, dot. dolnej warstwy; badanie należy wykonać na czterech próbkach rdzeniowych $\varnothing=H=150$ mm; sprawdzenie na podstawie kryteriów zgodności określonych w PN-EN 13877-2,
 - odporności na zamrażanie i rozmrażanie z udziałem soli odładzającej zgodnie z instrukcją stanowiącą załącznik nr 1 do niniejszych WWIORB - dot. górnej warstwy; badanie należy wykonać na trzech próbkach rdzeniowych $\varnothing=150$ mm i $H=50$ mm,
 - charakterystyki porów powietrznych metodą zgodną z PN-EN 480-11, dot. dolnej warstwy; badanie należy wykonać na próbkach wyciętych z próbki rdzeniowej $\varnothing=150$ mm,
 - charakterystyki porów powietrznych metodą zgodną z PN-EN 480-11, dot. górnej warstwy; badanie należy wykonać na próbkach wyciętych z próbki rdzeniowej $\varnothing=150$ mm.

Gęstość betonu górnej warstwy należy sprawdzić na próbkach dodatkowo wyciętych/odwierconych z tej warstwy, w odniesieniu do wymagania podanego w tabeli 11 w wierszu Lp.3.

Laboratorium Zamawiającego przeprowadza pomiar głębokości makrotekstury według PN-EN 13036-1 lub inną wiarygodną metodą równoważną, w celu sprawdzenia zgodności głębokości makrotekstury z wymaganiami określonymi w tabeli 23 oraz wykonuje sprawdzenie położenia dybli i kotew.

Objaśnienie: ¹⁾ badanie wykonuje się w 28 dniu dojrzewania betonu lub w czasie równoważnym w stosunku do 28 dni twardnienia, wynikającym z charakterystyki użytego cementu.

5.7. Warunki wykonywania Robót

Nawierzchnię należy wykonywać w sprzyjających warunkach atmosferycznych, to jest w czasie suchej i ciepłej pogody, w temperaturze 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 wyjątkowo, za zgodą Inżyniera, 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. Proponowane przez Wykonawcę zabiegi nie powinny negatywnie wpłynąć na teksturę i równość, muszą być zaakceptowane przez Inżyniera. Przy temperaturze powietrza poniżej -3°C betonowanie należy przerwać. Betonowania nie należy wykonywać podczas opadów deszczu. Tabela 12 określa zakresy temperatur, w których dopuszcza się wykonywanie nawierzchni. Zaleca się, by zasadnicze prace związane z wykonywaniem nawierzchni betonowej zakończyć do 30 września, jeżeli nie stosuje się szczególnej selekcji składników i metod realizacji robót.

Tabela 12. Dopuszczalny zakres temperatur dla wykonywania nawierzchni betonowych

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

5.8. Podłoże pod warstwę nawierzchniową

Szerokość bezpośredniego podłoża / tj. podbudowy zasadniczej / pod warstwą nawierzchniową z betonu cementowego powinna być większa o szerokość gąsienic maszyny układającej beton od szerokości układanej warstwy. W czasie układania betonu nie dopuszcza się wody występującej na podłożu.

5.9. Ogólne zasady wytwarzania mieszanki betonowej

Przed dodaniem cementu należy dokładnie wymieszać kruszywo. Wodę zarobową dodaje się przed upływem jednej czwartej wymaganego czasu mieszania. W celu zapewnienia jednorodności mieszanki pod względem zawartości powietrza, domieszki dodaje się do każdego zarobu jednocześnie z dodatkiem wody za pomocą urządzenia zapewniającego dokładne dozowanie. W przypadku stosowania domieszki uplastyczniającej lub upłynniającej należy przestrzegać właściwej kolejności dozowania. Kolejność i moment dozowania domieszek należy ustalić doświadczalnie podczas próby technologicznej. Czas mieszania należy tak dobrać, aby po wymieszaniu wszystkich składników możliwe było uzyskanie jednorodnej konsystencji mieszanki i wymaganej zawartości powietrza w mieszance. Tolerancja dokładności dozowania składników powinna być taka, aby nie przekroczyć dopuszczalnej tolerancji współczynnika woda/cement (w/c) $\pm 0,02$. Wszystkie bębny betoniarek lub pojemniki do mieszania, nie wykorzystywane przez czas dłuższy niż 30 minut, należy oczyścić przed rozpoczęciem wykonywania następnego zarobu.

Do wytwarzania betonu nie dopuszcza się stosowania cementu o temperaturze powyżej 80°C.

Ocenę i weryfikację stałości właściwości użytkowych wytwarzanego betonu należy prowadzić według krajowego systemu 2+.

5.10. Transport mieszanki betonowej

Transport i wyładunek mieszanki betonowej powinien zapewnić niezmienność składu mieszanki oraz nie powinien powodować segregacji składników lub zanieczyszczenia mieszanki. Mieszanke betonową należy przewozić z wytwórni do miejsca wbudowania samochodami ze stalowymi skrzyniami ładunkowymi. Nie należy stosować samochodów z aluminium skrzyniami ładunkowymi. Ładowność i liczba samochodów powinna być dostosowana do wydajności wytwórni i odległości transportu, aby zapewnić ciągłość dostaw świeżej mieszanki betonowej. Podczas transportu i oczekiwania na rozładunek, mieszanka powinna być przykryta w celu ochrony przed deszczem lub nadmiernym

wysychaniem. Czas transportu mieszanki od wytwórni do miejsca jej wbudowania powinien być taki, aby warstwa nawierzchniowa z tej mieszanki została zagęszczona jeszcze przed początkiem wiązania cementu. Mieszanki betonowe na górną i na dolną warstwę muszą być transportowane oddzielnymi samochodami. Liczba środków transportowych musi zapewnić ciągłą pracę zespołu układającego mieszankę betonową. Wykonawca powinien przedłożyć Inżynierowi do zaakceptowania harmonogram dostaw mieszanek betonowych na miejsce jej wbudowania. Zamawiający wymaga, aby przy każdej dostawie mieszanki betonowej na miejsce jej wbudowania Wykonawca przekazywał Inżynierowi dowód dostawy betonu, który powinien zawierać dane wyspecyfikowane w pkt. 7.3 PN-EN 206.

5.11. Wbudowywanie mieszanki betonowej w warstwę nawierzchniową

Wbudowywanie mieszanki należy wykonywać w sposób ciągły za pomocą zestawu maszyn do wbudowywania w deskowaniu przesuwym (ślizgowym). Konsystencję wbudowywanej mieszanki betonowej należy dostosować do rodzaju sprzętu do wykonania nawierzchni, tak aby maszyny te mogły poruszać się z wymaganą prędkością. Dostawy i wyładunek mieszanki betonowej przed rozkładarką powinny odbywać się w sposób ciągły i równomierny. Mieszankę po wyprodukowaniu należy jak najszybciej wbudować od momentu zakończenia produkcji. W deskowaniu przesuwym (ślizgowym) beton należy rozścielać unikając segregacji przed układarką na całej szerokości maszyny, a grubość warstwy zawsze powinna być większa od wymaganej grubości. 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. Ruch układarki powinien być płynny, bez zatrzymań, co zabezpiecza przed powstawaniem nierówności.

Zagęszczenie betonu w warstwie górnej należy tak przeprowadzić, aby uniknąć pomieszania z betonem warstwy dolnej oraz uzyskać jednorodny rozkład kruszywa grubego przy powierzchni warstwy górnej i dobre związanie ziaren z zaczynem cementowym. Aby uzyskać monolityczne połączenie warstwy górnej i ułożonej wcześniej warstwy dolnej tzw. „mokre na mokre” należy zakończyć zagęszczanie warstwy nawierzchniowej, w każdym miejscu, na całej powierzchni przylegania układanych warstw, jeszcze przed początkiem wiązania cementu. W miejscach zaprojektowanych szczelin skurczowych poprzecznych i podłużnych umieszcza się kotwy i dyble lokalizując je zgodnie z Dokumentacją Projektową. Dyble i kotwy należy wprowadzić od góry mechanicznie w warstwę betonu i wwibrować tak, aby zapewnić zagęszczenie betonu wokół prętów. Wwibrowanie prętów na głębokość określoną w Dokumentacji Projektowej następuje po rozłożeniu i zagęszczeniu betonu dolnej warstwy, a przed rozłożeniem betonu warstwy górnej.

Końcowe wykończenie powierzchni górnej warstwy betonu należy przeprowadzić za pomocą poprzecznej listwy wyrównującej, stosowaną przed podłużną, oscylującą listwą wyrównującą poruszającą się wzdłuż szerokości nawierzchni przed urządzeniem do natrysku powierzchniowego opóźniacza wiązania cementu w betonie.

W przypadku nieplanowanej przerwy w wykonywaniu warstwy nawierzchniowej, należy wykonać szczelinę konstrukcyjną.

Na zakończenie każdej działki roboczej (na całej szerokości układanego przekroju poprzecznego) ułożony beton powinien być zabezpieczony (przed osiadaniem krawędzi) belką drewnianą o wymiarach równych grubości nawierzchni. Po stwardnieniu betonu i odjęciu belki, w ścianie należy wywiercić otwory o średnicy odpowiadającej grubości dybli i głębokości równej połowie ich długości. W wywiercone otwory należy włożyć dyble, a nad nimi należy przymocować (do bocznej ścianki) sklejkę grubości 5-8 mm (nasączoną preparatem, zabezpieczając w ten sposób przed przyklejeniem betonu) o wysokości równej odległości od bocznej powierzchni dybla do rzędnej ułożonej i zatartej nawierzchni. Rozpoczynając układanie mieszanki na dalszym ciągu, należy rozprowadzić mieszankę wzdłuż zamontowanej sklejki, tak żeby ściśle przylegał do niej beton, po zagęszczeniu. Po stwardnieniu betonu, sklejkę należy wyjąć, a w tym miejscu powstanie szczelina konstrukcyjna.

Wszystkie niezbędne szczegóły realizacji Robót na odcinkach przejściowych związanych ze zmianą rodzaju nawierzchni, z betonowej na asfaltową Wykonawca powinien określić w STWiORB z uwzględnieniem wymagań podanych w PFU.

5.12. Teksturowanie i pielęgnacja warstwy nawierzchniowej

Zasadniczy etap procesu wykonywania warstwy nawierzchniowej z „odkrytym kruszywem” polega na usunięciu warstewki zaprawy z powierzchni górnej warstwy, aby odsłonić kruszywo. Do tego celu należy stosować odpowiedni powierzchniowy opóźniacz wiązania cementu natryskiwany na powierzchnię świeżego betonu natychmiast po wyrównaniu i wykończeniu. Warstewkę niezwiązaną zaprawy należy usunąć przez szczotkowanie, nie wcześniej niż po upływie ustalonego czasu, stosownie do warunków pogodowych.

Skład i lepkość powierzchniowego opóźniacza wiązania cementu powinny umożliwiać równomierny natrysk na całej powierzchni, następnie zapewnić odpowiednie odsłonięcie ziaren kruszywa poprzez szczotkowanie. Powierzchniowy opóźniacz wiązania cementu powinien zawierać pigment w dostatecznej ilości, aby uzyskać jednorodną barwę po

natrysku na powierzchnię. Pigment powinien ulec całkowitej degradacji wskutek oddziaływania światła ultrafioletowego, bez jakichkolwiek szkodliwych pozostałości na powierzchni warstwy betonu. Skład chemiczny powierzchniowego opóźniacza wiązania cementu oraz środka do pielęgnacji powierzchni powinny być tak dobrane, aby nie występowały szkodliwe reakcje z preparatem do pielęgnacji nawierzchni, zastosowanym po zakończeniu czynności związanych z odsłanianiem kruszywa. Nanoszenie natryskiem powierzchniowego opóźniacza wiązania cementu na moką powierzchnię betonu należy przeprowadzić tak szybko, jak to praktycznie możliwe po wyrównaniu i wykończeniu powierzchni warstwy górnej. Aby uzyskać jednolite pokrycie powierzchni, urządzenie do natrysku powinno składać się z belki natryskowej z odpowiednimi dyszami, zamocowanej do obudowy maszyny obejmującej całą szerokość układanej jezdni. Przed rozpoczęciem natrysku Wykonawca powinien sprawdzić i ewentualnie skorygować wypoziomowanie belki, szybkość natrysku z dysz zamocowanych na belce oraz szybkość ruchu podłużnego maszyny natryskowej, aby uzyskać żądaną wydajność natrysku. Wykonawca powinien przewidzieć sposoby przeciwdziałania gromadzeniu się powierzchniowego opóźniacza wiązania cementu w postaci kałuż. Równomierność pokrycia górnej warstwy powierzchniowym opóźniaczem wiązania sprawdza i potwierdza Inżynier. Naniesione pokrycie powinno być przykryte folią polietylenową. Przykrycie folią należy utrzymywać do momentu bezpośrednio poprzedzającego szczotkowanie. Zastosowane zabiegi ochronne na powierzchni górnej warstwy nie mogą wpływać negatywnie na poprzeczną i podłużną równość nawierzchni. Należy zapobiec gromadzeniu się powietrza i powstawaniu pęcherzy pod zastosowanym pokryciem z folii polietylenowej. Odsłonięcie kruszywa należy wykonać za pomocą urządzeń szczotkujących. Ruch urządzeń szczotkujących po nawierzchni jest dopuszczalny jedynie wtedy, gdy beton uzyskał odpowiednią wytrzymałość, niezbędną aby uniknąć uszkodzeń betonu. Szczotkowanie należy prowadzić w kierunku podłużnym nawierzchni. Stosownie do postępu szczotkowania należy odsłaniać powierzchnie przykryte folią. Wykonawca powinien zakończyć całą operację odsłaniania kruszywa w warstwie górnej zanim powierzchniowy opóźniacz wiązania utraci swoją skuteczność. Niedotrzymanie tego warunku skutkuje koniecznością przedstawienia przez Wykonawcę programu naprawczego. Inżynier zatwierdza program naprawczy.

Zamiast folii polietylenowej można stosować powłokowy preparat pielęgnacyjny o działaniu zamykającym razem z opóźniaczem powierzchniowym o wymaganym współczynniku zamykania min. 90 % w czasie 24 godzin. Wymaganie dotyczące współczynnika zamykania powinien spełniać pielęgnacyjny preparat powłokowy wraz z opóźniaczem powierzchniowym.

Natychmiast po zakończeniu teksturowania należy rozpocząć pielęgnację powierzchni i odsłoniętych krawędzi nawierzchni trwającą minimum 7 dni. Pielęgnację należy przeprowadzać przy użyciu dopuszczonych do stosowania powłokowych preparatów nanoszonych natryskowo. Preparaty powłokowe powinny charakteryzować działaniem zamykającym (współczynnikiem zamykania) min. 85 % i nie powinny wchodzić w reakcję z betonem. W ciągu pierwszego tygodnia od ich zastosowania powłoka nie może ulec degradacji. Preparaty do pielęgnacji należy natryskiwać mechanicznie na powierzchnię w ilości według zaleceń producenta. Na odsłonięte krawędzie nawierzchni preparat do pielęgnacji nakłada się stosując natrysk ręczny. Wydajność natrysku należy ustalić i sprawdzić na podstawie badań. Urządzenie do mechanicznego natrysku preparatu do pielęgnacji powinno mieć mechaniczne mieszadło do ciągłego energicznego mieszania preparatu w zasobnikach.

Zaleca się monitorowanie warunków pogodowych na miejscu wykonywania warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego i wykorzystanie nomogramu, zamieszczonego w załączniku 2 do niniejszych WWiORB, do oszacowania szybkości parowania wody z ułożonego betonu w zależności od warunków pogodowych. Na ogół przyjmuje się, że szybkość parowania wody przekraczająca $1,0 \text{ kg/m}^2/\text{h}$ jest wartością graniczną, powyżej której pojawia się zagrożenie powstawaniem spękań od skurczu plastycznego. W przypadku betonów nawierzchniowych charakteryzujących się niską szybkością oddawania wody (tzw. bleedingu, zwłaszcza przy $w/c < 0,4$), spękania mogą pojawić się przy znacznie niższej szybkości parowania wody. W przypadku niesprzyjających warunków pogodowych Wykonawca powinien podjąć odpowiednie zabiegi zabezpieczające przed powstaniem spękań betonu.

5.13. Wykonanie szczelin w warstwie nawierzchniowej

Wykonawca do nacinania szczelin powinien przystąpić niezwłocznie po odpowiednim stwardnieniu betonu, ale dopiero wtedy, gdy nacinająca piła tarczowa nie wyrwa z betonu ziaren kruszywa oraz przed powstaniem w betonie przypadkowych spękań. Wytrzymałość betonu na ścisnienie w momencie rozpoczęcia nacinania powinna wynosić od 8 do 10 MPa. Orientacyjny czas rozpoczęcia nacinania szczelin w zależności od temperatury powietrza określa tabela 13.

Tabela 13. Czas rozpoczęcia nacinania szczelin w zależności od temperatury powietrza

Średnia temperatura powietrza w °C	5	5÷15	15÷25	25÷30
Liczba godzin od ułożenia mieszanki	20÷30	15÷20	10÷15	6÷10

do osiągnięcia przez beton wytrzymałości 10 MPa				
-------------------------------------------------	--	--	--	--

Należy stosować dwuetapowe nacinanie szczelin. Głębokość pierwszego (wstępnego) nacięcia piłą tarczową o grubości 3 mm powinna wynosić od 1/4 do 1/3 projektowanej grubości warstwy nawierzchniowej. Drugie nacięcie o szer. 8 mm powinno się wykonywać w terminie późniejszym, na głębokość 30 mm, przy wypełnianiu profilami gumowymi i głębokość 27 mm, w przypadku wypełnienia kordem lub wałeczkiem i zalewą na gorąco. Krawędzie szczelin przy drugim nacięciu powinny być fazowane na głębokość 3 mm. Jeżeli zajdzie taka sytuacja, że szczeliny trzeba naciąć (pierwsze cięcie) przed rozpoczęciem teksturowania, to należy je naciąć przez folię.

5.14. Wypełnienie szczelin w warstwie nawierzchniowej

Szczelinę przed wypełnieniem należy dokładnie oczyścić z zanieczyszczeń obcych, itp. Do czyszczenia szczelin należy stosować szczotki mechaniczne o wymiarach tarcz dostosowanych do jej szerokości i głębokości. Pozostałości po mechanicznym czyszczeniu należy usunąć ze szczeliny stosując sprężone powietrze. W przypadku stosowania sprężonego powietrza należy zwrócić uwagę, aby powietrze było czyste i nie zanieczyszczało szczelin olejem. W razie konieczności należy wykonać osuszenie szczeliny przy pomocy lancy gorącego powietrza. W trakcie gruntowania i wypełniania szczelina powinna być czysta i sucha. Po oczyszczeniu szczeliny wewnątrz należy oczyścić, po obu jej stronach, pas nawierzchni o szerokości ok. 1 m.

W dolnej części szczeliny należy ułożyć ściśliwy materiał uszczelniający, sznur uszczelniający (kord) lub wałeczek z pianki poliuretanowej, o odpowiednich wymiarach zapewniających dokładne wypełnienie na szerokości poszerzonej szczeliny. Materiał ten powinien wypełniać szczelinę do takiej wysokości, aby można było wykonać uszczelnienie zalewą drogową o grubości zgodnej z podaną w Dokumentacji Projektowej, przy czym górna powierzchnia uszczelnienia powinna znajdować się na odpowiedniej głębokości tj. ok. 17 mm poniżej powierzchni betonu. W przypadku wypełniania zalewami drogowymi, ścianki szczeliny należy zagruntować odpowiednimi środkami gruntującymi dla zalew stosowanych na gorąco lub na zimno, zgodnie z zaleceniami producenta. Wypełnienie szczelin powinno odbywać się zgodnie z zaleceniami producenta, w tym dotyczących warunków pogodowych, i powinno stanowić czynność wykonywaną na całej długości szczeliny w dowolnym nacięciu, z wyjątkiem szczelin naprawianych. Szczeliny należy wypełnić zalewami drogowymi na zimno lub na gorąco, przestrzegając przy tym zalecanego minimalnego i maksymalnego czasu schnięcia środka gruntującego. Gruntowania i wypełniania szczelin zalewami drogowymi nie należy wykonywać, gdy temperatura powietrza w szczelinie przeznaczonej do wypełnienia wynosi mniej niż 10°C.

Stosowane do wypełnienia szczelin poprzecznych profile elastyczne gumowe powinny posiadać zamontowany drut służący do wyciągania profilu ze szczeliny w przypadku ich wymiany.

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

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości Robót

Ogólne zasady kontroli jakości Robót podano w WWiORB D-M 00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

6.2. Badania i pomiary

6.2.1. Uwagi ogólne

Badania i pomiary dzielą się na:

- badania i pomiary Wykonawcy, w ramach własnego nadzoru,
- badania i pomiary kontrolne, w ramach nadzoru Zamawiającego.

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

Badania obejmują:

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

Pomiary obejmują terenową weryfikację cech nawierzchni.

6.2.2. Badania Wykonawcy

Badania i pomiary Wykonawcy są wykonywane celem sprawdzenia, czy jakość materiałów i wyrobów budowlanych stosowanych do wykonywania warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego oraz gotowej warstwy spełniają wymagania określone w kontrakcie.

Wykonawca powinien wykonywać te badania podczas realizacji kontraktu z niezbędną starannością oraz w wymaganym zakresie. Wyniki należy zapisywać w protokołach. W razie stwierdzenia uchybień do wymagań kontraktu, ich przyczyny należy niezwłocznie usunąć. Wyniki badań Wykonawcy należy przekazywać Inżynierowi na każde jego żądanie.

Zakres i częstotliwość badań i pomiarów Wykonawcy powinien być nie mniejszy niż określony zakres i częstotliwość badań i pomiarów w punktach 6.4 i 6.5 niniejszych WWiORB.

6.2.3. Badania i pomiary kontrolne

Badania kontrolne są zlecane przez Inżyniera, a których celem jest sprawdzenie, czy jakość materiałów i wyrobów budowlanych stosowanych przez Wykonawcę do wykonywania warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego oraz jakość gotowej warstwy spełniają wymagania określone w kontrakcie. Wyniki tych badań stanowią podstawę odbioru ostatecznego.

Pobieraniem próbek do badań i wykonywaniem badań na miejscu budowy zajmuje się Inżynier oraz Laboratorium Zamawiającego przy udziale lub po poinformowaniu przedstawicieli Wykonawcy. Częstotliwość pobierania odwiertów rdzeniowych do badań kontrolnych będących podstawą dokonywania odbioru ostatecznego określa tabela 15.

6.2.4. Badania i pomiary kontrolne dodatkowe

W wypadku uznania, że jeden z wyników badań lub pomiarów kontrolnych nie jest reprezentatywny dla ocenianego odcinka budowy, strony kontraktu mogą wystąpić o przeprowadzenie badań lub pomiarów kontrolnych dodatkowych. Inżynier i Wykonawca decydują wspólnie o miejscach pobierania próbek i wyznaczeniu odcinków częściowych ocenianego odcinka budowy tzn. dziennej działki roboczej. Jeżeli odcinek częściowy przyporządkowany do badań kontrolnych nie może być jednoznacznie i zgodnie wyznaczony, to odcinek ten nie powinien być mniejszy niż 20 % ocenianego odcinka budowy.

Do odbioru ostatecznego uwzględniane są wyniki badań kontrolnych i badań kontrolnych dodatkowych do wyznaczonych odcinków częściowych.

6.2.5. Badania i pomiary arbitrażowe

Badania i pomiary arbitrażowe są powtórzeniem badań lub pomiarów kontrolnych i/lub kontrolnych dodatkowych, co do których istnieją uzasadnione wątpliwości ze strony Inżyniera lub Wykonawcy (np. na podstawie badań w ramach własnego nadzoru).

Badania i pomiary arbitrażowe wykonuje na wniosek strony kontraktu wykonuje niezależne akredytowane laboratorium, które nie wykonywało badań kontrolnych.

6.3. Badania przed przystąpieniem do Robót

Przed przystąpieniem do Robót należy wykonać badania obejmujące właściwości określone w punktach 5.5.2. oraz 5.6.2. niniejszych WWiORB.

6.4. Badania w czasie Robót

6.4.1. Badania składników mieszanki

Badania cementu

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

Badanie dostaw cementu pod kątem właściwości: wczesnej wytrzymałości na ściskanie zgodnie z PN-EN 196-1, początku czasu wiązania zgodnie z PN-EN 196-3, stałości objętości zgodnie z PN-EN 196-3 należy przeprowadzić co

najmniej 1 raz na trzy dni produkcji w czasie Robót oraz na polecenie Inżyniera w razie wątpliwości co do jakości cementu.

Przed rozładunkiem każdej dostawy cementu należy dokonać pomiaru jego temperatury za pomocą pirometru z celownikiem laserowym.

Zamawiający pobiera próbki cementu do badania zawartości alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ zgodnie z PN-EN 196-2, w razie w wątpliwości co do jakości cementu.

Badania kruszyw

Przed rozładunkiem każdej dostawy należy sprawdzić dokumenty dostawy w celu stwierdzenia, że dostawa jest zgodna z zamówieniem i pochodzi z właściwego źródła oraz porównania z normalnym wyglądem pod względem uziarnienia, kształtu i zanieczyszczeń.

Przed użyciem kruszyw do wykonania mieszanki betonowej należy objąć kontrolą każdą frakcję, rodzaj i ilość kruszywa przeznaczonego do dziennej produkcji przeprowadzając badania:

- składu ziarnowego zgodnie z PN-EN 933-1,
- zawartości pyłów zgodnie z PN-EN 933-1.

Co najmniej 1 raz na dwa dni produkcji mieszanki należy wykonać badania:

- kształtu kruszywa zgodnie z PN-EN 933-3 lub PN-EN 933-4,
- zawartości ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej zgodnie z PN-EN 933-5.

Pozostałe właściwości kruszyw określone w tabelach: 4 (oprócz właściwości w Lp. 16) i 5 (oprócz właściwości w Lp. 10) należy sprawdzać przed ich użyciem co najmniej 4 razy w czasie budowy każdej jezdni (w odstępach czasowych) oraz na polecenia Inżyniera, w razie wątpliwości co do jakości kruszywa.

Wykonawca jest obowiązany wykonywać bieżące oznaczenia aktualnej wilgotności kruszyw w celu ewentualnej korekty składu roboczego mieszanek betonowych.

Badania domieszek

Przed rozładunkiem każdej dostawy należy sprawdzić dokumenty dostawy oraz etykiety na pojemnikach w celu stwierdzenia, że dostawa jest zgodna z zamówieniem oraz jest prawidłowo oznakowana. Ponadto, w każdej dostawie trzeba skontrolować barwę, stan skupienia oraz termin ważności domieszki.

6.4.2. Badania mieszanki betonowej w miejscu jej wbudowania oraz pobranie próbek do badań betonu

Badania mieszanek betonowych oraz betonów należy przeprowadzić według metod podanych w pkt. 5.5.2.

Tabela 14. Zakres i częstotliwość badań mieszanek betonowych oraz betonów w czasie Robót

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań
Badania/pomiary mieszanki betonowej dotyczące warstwy: dolnej, górnej		
1	Konsystencja mieszanki	3 oznaczenia na dzienną działkę roboczą
2	Gęstość mieszanki	3 oznaczenia na dzienną działkę roboczą
3	Zawartość powietrza w mieszance	co 1 godzinę betonowania
4	Temperatura mieszanki, powietrza	co 1 godzinę betonowania
Badania na uformowanych próbkach betonu dotyczące warstwy: dolnej, górnej		
5	Wytrzymałość na ściskanie betonu	6 próbki na dzienną działkę roboczą
6	Wytrzymałość na zginanie betonu	3 próbki na pierwszą dzienną działkę roboczą, następnie po 3 próbki na dzienną działkę roboczą z pow. 30 000 m ²
7	Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu betonu	3 próbki na dzienną działkę roboczą
8	Gęstość betonu	6 próbki na dzienną działkę roboczą
9	Odporność na zamrażanie i odmrażanie z udziałem soli odladzającej, dot. górnej warstwy	4 próbki na pierwszą dzienną działkę roboczą, następnie po 4 próbki na dzienną działkę roboczą z pow. 30 000 m ²
10	Mrozoodporność betonu, dot. dolnej warstwy	12 próbek na pierwszą dzienną działkę roboczą, następnie po 12 próbek na dzienną działkę roboczą z pow. 30 000 m ²

11	Charakterystyka porów powietrznych w betonie każdej warstwy	2 próbki na pierwszą dzienną działkę roboczą, następnie po 2 próbki na dzienną działkę roboczą z pow. 30 000 m ²
----	-------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6.5. Badania i pomiary gotowej nawierzchniowej betonowej

Badania i pomiary do odbioru ostatecznego polegają na sprawdzeniu jakości gotowej nawierzchni betonowej i obejmują następujące sprawdzenia:

- wizualne,
- właściwości funkcjonalnych nawierzchni betonowej,
- cech geometrycznych,
- właściwości przeciwpoślizgowych,
- poprawności rozmieszczenia i wypełnienia szczelin,
- prawidłowości montażu elementów infrastruktury.

Podstawą odbioru ostatecznego są badania i pomiary kontrolne Zamawiającego oraz badania i pomiary arbitrażowe, w tym również pomiary sprawdzające wykonywane bezpośrednio przez Inżyniera.

6.5.1. Sprawdzenie warstwy nawierzchniowej metodą wizualną

Powierzchnia warstwy nawierzchniowej powinna być jednolita, niedopuszczalne są ubytki oraz pęknięcia.

6.5.2. Sprawdzenie właściwości funkcjonalnych nawierzchni betonowej

Sprawdzenie właściwości funkcjonalnych nawierzchni betonowej obejmuje badania/pomiary:

- gęstości betonu dolnej warstwy zgodnie z PN-EN 12390-7,
- łącznej grubości warstwy nawierzchniowej zgodnie z PN-EN 13863-3,
- wytrzymałości na ściskanie betonu dolnej warstwy zgodnie z PN-EN 12390-3,
- odporności na zamrażanie i odmrażanie z udziałem soli odładowanej betonu górnej warstwy zgodnie z instrukcją stanowiącą załącznik nr 1 do niniejszych WWIORB,
- charakterystyki porów powietrznych w betonie dolnej warstwy metodą zgodną z PN-EN 480-11,
- charakterystyki porów powietrznych w betonie górnej warstwy metodą zgodną z PN-EN 480-11,
- położenia dybli i kotew.

Badania dot. betonu i pomiar grubości wykonuje się na próbkach rdzeniowych $\varnothing=150$ mm pobieranych z każdej jezdni. Przy lokalizacji odwiertów należy kierować się zasadami zminimalizowania możliwych skutków osłabienia nawierzchni oraz zapewnienia reprezentatywności próbek rdzeniowych pobieranych na ocenianym odcinku budowy. Odwiertów nie należy wykonywać w miejscach zlokalizowanych w narożach płyt oraz w odległości najmniejszej niż 0,5 m od szczeliny. Inżynier zatwierdza plan pobierania próbek rdzeniowych z nawierzchni. Częstotliwość pobierania próbek rdzeniowych do badań kontrolnych będących podstawą dokonania odbioru ostatecznego określa tabela 15.

Tabela 15. Minimalna częstotliwość pobierania próbek rdzeniowych do badań wymaganych od odbioru ostatecznego ze strony Zamawiającego

Lp.	Częstotliwość poboru odwiertu $\varnothing=150$ mm	Zakres badań i pomiarów wykonywanych na jednym odwiercie rdzeniowym $\varnothing=150$ mm	Metoda badań
1	1 odwiert na 5000 m ²	pomiar łącznej grubości warstwy nawierzchniowej	PN-EN 13863-3
		<u>warstwa górna</u> próbka do badań o grubości H=50 mm wycinana z rdzenia do oznaczenia odporności betonu na zamrażanie i odmrażanie z udziałem soli odładowanej	PKN-CEN/TS 12390-9
		<u>warstwa dolna</u> próbka do badań o grubości H=150 mm wycinana z rdzenia do oznaczenia gęstości oraz wytrzymałość na ściskanie	PN-EN 12390-3 PN-EN 12390-7

2	1 odwiert na 20000 m ²	pomiar łącznej grubości warstwy nawierzchniowej	PN-EN 13863-3
		<u>warstwa górna</u> próbki do badań o grubości H=50mm wycinane z rdzenia do oznaczenia charakterystyki porów w betonie	PN-EN 480-11
		<u>warstwa dolna</u> próbki do badań wycinane z rdzenia do oznaczenia charakterystyki porów w betonie	PN-EN 480-11

Jeżeli wymagane jest badanie odporności na wnikanie benzyny i oleju w beton, należy pobrać próbki rdzeniowe - liczba odwiertów (kategoria 1) według załącznika B normy PN-EN 13877-2.

W miejscach przestoju ponad 30 minut maszyny układającej beton należy pobrać próbki rdzeniowe do wykonania badania połączenia pomiędzy dolną i górną warstwą betonu metodą zgodną z PN-EN 13863-2. Należy stosować kryterium oceny połączeń międzywarstwowych wg PN-EN 13877-2 pkt.4.7.

Wykonawca jest zobowiązany do wypełnienia otworów po odwiertach, bezskurczową ekspansywną zaprawą doziarniającą ją grubym kruszywem stosowanym do betonu nawierzchniowego. Zaprawa powinna posiadać dokumenty potwierdzające dopuszczenia do zastosowania w budownictwie drogowym. Wykonawca jest zobowiązany zabezpieczyć wypełnione otwory przez 1 dobę.

Gęstość betonu

Sprawdzenie gęstości betonu dolnej warstwy należy przeprowadzić na nasyconych wodą próbkach badawczych o wymiarach $\varnothing=H=150$ mm na podstawie PN-EN 12390-7. Gęstość nie powinna być mniejsza niż 95% średniej gęstości co najmniej sześciu, nasyconych wodą próbek 150 x 150 x 150 mm pobranych w czasie Robót z tej samej mieszanki.

Pomiar grubości nawierzchni

Sprawdzenie łącznej grubości warstwy nawierzchniowej należy przeprowadzić na podstawie pomiarów próbek rdzeniowych pobranych z tej warstwy. Średnia grubość warstwy nawierzchniowej z całego odcinka nie powinna być mniejsza od grubości projektowanej. Żaden wynik pomiaru grubości nie powinien być mniejszy niż wartość projektowana minus 5 mm (kategoria T5).

Wytrzymałość na ściskanie

Sprawdzenie wytrzymałości na ściskanie betonu dolnej warstwy należy przeprowadzić na czterech próbkach badawczych o wymiarach $\varnothing=H=150$ mm na podstawie PN-EN 12504-1, PN-EN 12390-3. Oznaczenie wytrzymałości na ściskanie i gęstości należy przeprowadzić na tej samej próbce badawczej. Kryteria zgodności wytrzymałości na ściskanie próbek rdzeniowych w odniesieniu do wymaganej klasy wytrzymałości próbek rdzeniowych określa PN-EN 13877-2. Wymaganą klasę wytrzymałości próbek rdzeniowych betonu w dolnej warstwie podano w tabeli 11. W przypadku, gdy stosunek wysokości próbki rdzeniowej do jej średnicy nie jest równy 1, do wytrzymałości na ściskanie należy zastosować współczynnik poprawkowy według tabeli 16. Jeśli wiek betonu w badanych próbkach rdzeniowych przekracza 28 dni, wówczas wyniki wytrzymałości na ściskanie należy skorygować. W tabeli 17 podano współczynniki poprawkowe uwzględniające wiek betonu, które należy zastosować do obliczenia wytrzymałości 28 dniowej według ZTV Beton – StB 07.

Tabela 16. Współczynniki poprawkowe wytrzymałości na ściskanie próbek rdzeniowych ze względu na stosunek ich wysokości do średnicy

Stosunek wysokości do średnicy	Współczynnik korekcji
1,00	1,00
1,25	1,07
1,50	1,12
1,75	1,16
2,00	1,18

Tabela 17. Współczynniki poprawkowe wytrzymałości na ściskanie próbek rdzeniowych zależne od wieku betonu

Wiek betonu w dniach	Współczynnik ze względu na wiek betonu	
	CEM I	CEM II
28÷60	1,00	1,00
120	0,92	0,95
180	0,88	0,93
360 i więcej	0,82	0,92

Odporność betonu na zamrażanie i odmrażanie z udziałem soli odladzającej

Sprawdzenie odporności na zamrażanie i odmrażanie z udziałem soli odladzającej betonu górnej warstwy należy przeprowadzić na próbkach do badań o wymiarach $\varnothing=150$ mm i $H=50$ mm według instrukcji stanowiącej załącznik nr 1 do niniejszych WWiORB. W przypadku próbek rdzeniowych, łączna powierzchnia podlegająca ocenie odporności na zamrażanie i odmrażanie z udziałem soli odladzającej powinna wynosić 50 000 mm² zgodnie z SS 137244. Wynik badania, średnią z wyników oznaczeń na trzech próbkach do badań $\varnothing=150$ mm, należy porównać z wymaganiami podanymi w tabeli 11.

Charakterystyka porów powietrznych w betonie

Sprawdzenie charakterystyki porów powietrznych metodą zgodną z PN-EN 480-11 w betonie dolnej warstwy należy przeprowadzić na próbkach-zgładach wyciętych z rdzenia $\varnothing=150$ mm. Wynik badania należy porównać z wymaganiami podanymi w tabeli 11. Wycinanie z rdzenia $\varnothing=150$ mm próbek-zgładów wg załącznika nr 3.

Sprawdzenie charakterystyki porów powietrznych metodą zgodną z PN-EN 480-11 w betonie górnej warstwy należy przeprowadzić na próbkach-zgładach wyciętych z rdzenia $\varnothing=150$ mm. Wynik badania należy porównać z wymaganiami podanymi w tabeli 11. Wycinanie z rdzenia $\varnothing=150$ mm próbek-zgładów wg załącznika nr 3.

Położenie dybli i kotew

Sprawdzenie położenia dybli i kotew przeprowadza się co najmniej dwa razy na 100 m wykonanej warstwy nawierzchniowej. Sprawdzenie należy przeprowadzić za pomocą urządzenia pomiarowego do wyznaczania pozycji dybli i kotew w nawierzchni betonowej wg procedury ASTM E3013/E3013M-15. Dyble i kotwy muszą być rozmieszczone zgodnie z projektem prostopadle do płaszczyzny szczeliny i równolegle do osi przesunięcia płyty. Środek dybla i kotwy powinien dokładnie wypadać po środku szczeliny dylatacyjnej. Głębokości zamocowania w betonie dybla i kotwy zgodna z Dokumentacją Projektową z tolerancją nieprzekraczającą ± 20 mm. Odległość rozmieszczenia dybli i kotwy od siebie zgodna z Dokumentacją Projektową z tolerancją nieprzekraczającą ± 50 mm.

6.5.3. Sprawdzenie cech geometrycznych nawierzchni betonowej

Sprawdzenie cech geometrycznych nawierzchni betonowej obejmuje pomiary:

- szerokości warstwy,
- równości podłużnej,
- równości poprzecznej,
- spadków poprzecznych,
- odchylenia od projektowanej osi drogi
- głębokości makrotekstury.

Minimalną częstotliwość pomiarów cech geometrycznych wymaganych do odbioru ostatecznego nawierzchni betonowej ze strony Zamawiającego określa tabela 18.

Tabela 18. Minimalna częstotliwość pomiarów cech geometrycznych nawierzchni betonowej ze strony Zamawiającego

Lp.	Badana cecha	Metoda	Częstotliwość
1	Szerokość warstwy ¹⁾	Taśmą mierniczą	pomiar co 50 m, na łukach poziomych w charakterystycznych punktach

2	Równość podłużna	Profilometryczna	- każdy pas układania warstwy, - krok pomiarowy 50 m przy próbkowaniu 1 m
3	Równość poprzeczna	- Profilometryczna - lub 2 metrową łatą i klinem w miejscach niedostępnych dla urządzeń pomiarowych	- z krokiem co 1 m - nie rzadziej niż co 5 m
4	Spadki poprzeczne ¹⁾	- Profilometryczna - lub 2 metrową łatą i pochyłomierzem	- z krokiem co 1 m - nie rzadziej niż co 5 m
5	Odchylenie od projektowanej osi drogi ¹⁾	Rzędne wysokościowe Pomiary sytuacyjne	pomiar rzędnych niwelacji podłużnej i poprzecznej oraz usytuowania osi, na łukach poziomych i pionowych w punktach charakterystycznych
6	Makrotekstura	Profilometryczna lub Metoda objętościowa	pomiar co 50 m
Objaśnienie: ¹⁾ pomiary wykonywane bezpośrednio przez Inżyniera			

Pomiar szerokości warstwy

Szerokość nawierzchni powinna być zgodna z dokumentacją projektową z tolerancją od 0 do 3 cm.
Sprawdzenie wykonywane bezpośrednio przez Inżyniera.

Pomiar równości podłużnej

Do oceny równości podłużnej warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego 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 warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego 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 pomiarów IRI_{sr} oraz dopuszczalną wartość maksymalną pojedynczego pomiaru IRI_{max} , których nie można przekroczyć na długości ocenianego odcinka nawierzchni.

Wartości dopuszczalne przy odbiorze ostatecznym warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego metodą profilometryczną określa tabela 19.

Tabela 19. Dopuszczalne odbiorcze wartości dla równości podłużnej

Klasa drogi	Element nawierzchni	Dopuszczalne odbiorcze wartości wskaźników dla zadanego zakresu długości odcinka drogi [mm/m]	
		IRI_{sr}^*	IRI_{max}
S	Pasy ruchu zasadnicze, awaryjne, dodatkowe, włączenia i wyłączenia, jezdnie łącznic	1,3	2,4
	Jezdnie MOP, utwardzone pobocza	1,5	2,7

* w przypadku odbioru odcinków warstwy nawierzchni o całkowitej długości mniejszej niż 500 m dopuszczalną wartość IRI_{sr} wg tabeli należy zwiększyć o 0,2 mm/m.

Pomiar równości poprzecznej

Do oceny równości poprzecznej warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego należy stosować metodę pomiaru profilometrycznego równoważną użyciu łąty i klina, umożliwiającą wyznaczenie odchylenia równości w przekroju poprzecznym pasa ruchu/elementu nawierzchni. Odchylenie to jest obliczane, jako największa odległość (prześwit) pomiędzy teoretyczną łątą (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 warstw nawierzchni należy wykonać z użyciem łąty i klina według PN-EN 13036-7. Pomiar powinien być wykonywany nie rzadziej niż co 5 m.

Wartości dopuszczalne odchylen równości poprzecznej przy odbiorze ostatecznym warstwy określa tabela 20.

Tabela 20. Dopuszczalne wartości odbiorcze dla równości poprzecznej

Klasa drogi	Element nawierzchni	Dopuszczalne odbiorcze wartości odchylen równości poprzecznej warstwy nawierzchniowej [mm]
S	Pasy ruchu zasadnicze, awaryjne, dodatkowe, włączenia i wyłączenia, jezdnie łącznic	4
	Jezdnie MOP, utwardzone pobocza	6

Pomiar spadku poprzecznego nawierzchni

Spadki poprzeczne nawierzchni na prostych i łukach powinny być zgodne z dokumentacją projektową z tolerancją $\pm 0,2\%$, pod warunkiem spełnienia minimalnych parametrów spadków poprzecznych wymaganych przepisami prawnymi.

Sprawdzenie wykonywane bezpośrednio przez Inżyniera.

Pomiar odchylenia od projektowanej osi drogi

– pomiary sytuacyjne

Oś warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego w planie powinna być usytuowana zgodnie z dokumentacją projektową z tolerancją ± 3 cm.

– rzędne wysokościowe

Rzędne wysokościowe warstwy nawierzchniowej powinny być zgodne z dokumentacją projektową z tolerancją $\pm 1,0$ cm. Wymaga się, aby 95 % zmierzonych rzędnych wysokościowych nie przekraczało dopuszczalnych odchylen.

Sprawdzenia wykonywane bezpośrednio przez Inżyniera.

Pomiar głębokości makrotekstury nawierzchni

Do oceny makrotekstury warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego należy stosować pomiar średniej głębokości makrotekstury MTD metodą objętościową zgodnie z PN-EN 13036-1 lub metodę równoważną np. pomiar profilometryczny umożliwiający określenie średniej głębokości profilu MPD zgodnie z PN-EN 13473-1.

Pomiar wykonuje się nie rzadziej niż co 50 m. Długość ocenianego odcinka nie powinna być większa niż 1000 m. Dopuszczalną głębokość makrotekstury określa tabela 21 przez zakres wartości pojedynczych wyników MTD oraz wartości średnich pomiaru MTD_{sr} , których nie można przekroczyć na długości ocenianego odcinka nawierzchni. W przypadku pomiaru profilometrycznego wartość pojedynczego pomiaru MPD należy przyjmować według formuły:

$$MTD = 0.2 + 0.8 \times MPD_{sr}$$

gdzie: MPD_{sr} jest średnią głębokością profilu określoną na odcinku 50 m.

Tabela 21 Dopuszczalna głębokość makrotekstury nawierzchni

Wynik pomiaru	Dopuszczalna głębokość makrotekstury [mm]
wynik pojedynczy <i>MTD</i>	od 0,6 do 1,5
wynik średni <i>MTD_{sr}</i>	od 0,8 do 1,3

6.5.4. Sprawdzenie właściwości przeciwoślizgowych nawierzchni betonowej

Do oceny właściwości przeciwoślizgowe warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego należy stosować pomiar współczynnika tarcia odpowiadającego całkowitemu poślizgowi opony testowej, na mokrej nawierzchni. Pomiar wykonuje się urządzeniem przy pełnej blokadzie koła nie rzadziej niż co 50 m na nawierzchni zwilżanej wodą w ilości 0,5 l/m², a wynik pomiaru powinien być przeliczany na wartość przy 100 % poślizgu opony testowej rowkowanej (ribbed tyre) rozmiaru 165 R15 – zalecanej przez Światową Organizację Drogową (PIARC) – lub innej wiarygodnej metody równoważnej, jeśli dysponuje się sprawdzoną zależnością korelacyjną umożliwiającą przeliczenie wyników pomiarów na wartości uzyskiwane zestawem o pełnej blokadzie koła. Pomiaru 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 należy wykonywać w śladzie koła. Jeżeli warunki atmosferyczne uniemożliwią wykonanie pomiaru w wymienionym terminie, powinien być on zrealizowany z najmniejszym możliwym opóźnieniem. 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. Minimalne wartości miarodajnego współczynnika tarcia nawierzchni dla konkretnej prędkości zablokowanej opony względem nawierzchni określa tabela 22.

Tabela 22. Minimalne wartości miarodajnego współczynnika tarcia nawierzchni

Klasa drogi	Element nawierzchni	Minimalna wartość miarodajnego współczynnika tarcia przy prędkości zablokowanej opony względem nawierzchni		
		30 km/h	60 km/h	90 km/h
S	Pasy ruchu zasadnicze, dodatkowe, awaryjne	-	0,49*	0,44
	Pasy włączenia i wyłączenia, jezdnie łącznic	0,55**	0,51	-

* wartość wymagania dla odcinków nawierzchni, na których nie można wykonać pomiarów z prędkością 90 km/h,

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

6.5.5 Sprawdzenie szczelin

Sprawdzenie prawidłowości rozmieszczenia szczelin oraz prawidłowości wypełnienia szczelin lub ułożenia uszczelniających profili gumowych należy przeprowadzić przez wykonanie oględzin i pomiarów. Szczeliny powinny być rozmieszczone zgodnie z Dokumentacją Projektową z tolerancją ± 50 mm.

Sprawdzenie wykonywane bezpośrednio przez Inżyniera.

6.5.5.1 Sprawdzenie poprawności wypełnienia szczelin profilami elastycznymi

Sprawdzenie polega na wizualnej ocenie, czy:

- szczelina jest wypełniona jednym kawałkiem profilu na całej długości,
- profile szczelnie wypełniają szczeliny,
- profile posiadają wmontowany drut.

Niespełnienie jednego z powyższych wymagań, wiąże się z usunięciem profilu i wymianą na nowy. Profil powinien być osadzony nie głębiej niż 4 mm poniżej powierzchni jezdni.

Sprawdzenie wykonywane bezpośrednio przez Inżyniera.

6.5.5.2 Sprawdzenie poprawności wypełnienia szczelin zalewą drogową

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

Poziom zalewy w szczelinach powinien się mieścić w przedziale od 0 do -5 mm (menisk wklęsły). Nie dopuszcza się nadlewów i zalewów drogowych w szczelinach powyżej poziomu nawierzchni.

W trakcie oględzin zewnętrznych i otwarcia szczeliny należy sprawdzić:

- adhezję zalewy do ścianek szczeliny,
- wypełnienie szczeliny przy oderwaniu od ścianki powinno zerwać się w zalewie (kohezyjne),
- nie dopuszcza się odspojenia od ścianki,
- elastyczność wbudowanej zalewy,
- wyjmowana ze szczeliny zalewa w każdym miejscu powinna być elastyczna bez oznak kruchości,
- elastyczność i rzędną zamontowania kordu lub wałeczka poliuretanowego.

Kord uszczelniający lub wałeczek poliuretanowy na całej długości powinien ściśle przylegać do ścianek szczeliny. Dopuszcza się tolerancję wysokości montażu sznura w zakresie od 0 do 5 mm.

Sprawdzenie wykonywane bezpośrednio przez Inżyniera.

6.5.6. Sprawdzenie prawidłowości montażu elementów infrastruktury

Sprawdzenie prawidłowości montażu elementów infrastruktury w nawierzchni polega na oględzinach miejsca montażu oraz pomiaru różnicy wysokości pomiędzy nawierzchnią a zamontowanym elementem infrastruktury. Dopuszczalne tolerancje według Dokumentacji Projektowej.

Sprawdzenie wykonywane bezpośrednio przez Inżyniera.

7. OBMIAR ROBÓT

Kontrakt ryczałtowy – jednostka obmiaru jest wykonana i odebrana protokołem odbioru ostatecznego, jednostka określona w STWiORB.

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w WWiORB D-M 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Warstwę nawierzchniową należy uznać za wykonaną zgodnie z Dokumentacją Projektową i z wymaganiami niniejszych WWiORB, jeżeli wyniki wszystkich badań i pomiarów z zachowaniem tolerancji oraz sprawdzeń, wymienionych w pkt.6, nie przekraczają wartości dopuszczalnych. W razie niedotrzymania wartości dopuszczalnych, jeśli przewidują to warunki umowy, za zgodą Zamawiającego mogą być zastosowane ustalenia Instrukcji DPT-14 wydanie 2017.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Wynagrodzenie ryczałtowe, zasady płatności podano w umowie pomiędzy Zamawiającym a Wykonawcą.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

1. PN-EN 196-1 Metody badania cementu – Część 1: Oznaczenie wytrzymałości
2. PN-EN 196-2 Metody badania cementu – Część 2: Analiza chemiczna cementu
3. PN-EN 196-3 Metody badania cementu – Część 3: Oznaczenie czasu wiązania i stałości objętości
4. PN-EN 196-6 Metody badania cementu – Część 6: Oznaczenie stopnia zmielenia
5. PN-EN 197-1 Cement – Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementu powszechnego użytku

6. PN-EN 206+A1:2016-12 Beton - Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
7. PN-EN 480-11 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu – Metody badań – Część 11: Oznaczenie charakterystyki porów powietrznych w stwardniałym betonie
8. PN-EN 932-3 Badania podstawowych właściwości kruszyw. Procedura i terminologia uproszczonego opisu petrograficznego
9. PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Część 1: Oznaczenie składu ziarnowego. Metoda przesiewania
10. PN-EN 933-3 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 3: Oznaczenie kształtu ziarn za pomocą wskaźnika płaskości
11. PN-EN 933-4 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Część 4: Oznaczenie kształtu ziarn. Wskaźnik kształtu
12. PN-EN 933-5 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw – Część 5: Oznaczanie procentowej zawartości ziaren o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych
13. PN-EN 934-1 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu – Część 1: Wymagania podstawowe
14. PN-EN 934-2 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu – Część 2: Domieszki do betonu. Definicje, wymagania, zgodność, znakowanie i etykietowanie
15. PN-EN 1008 Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu
16. PN-EN 1097-2 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 2: Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie
17. PN-EN 1097-6 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 6: Oznaczanie gęstości ziaren i nasiąkliwości
18. PN-EN 1097-8 Badania 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 Badania chemicznych właściwości kruszyw – Część 1: Analiza chemiczna
22. PN-B-06250:1988 Beton zwykły
23. PN-B-06265:2004 Krajowe uzupełnienia PN-EN 206-1:2003 Beton Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
24. PN-B-06714-34:1991 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie reaktywności alkalicznej
25. PN-B-06714-46:1992 kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie potencjalnej reaktywności alkalicznej metodą szybką.
26. PN-EN ISO 9863-1 Geosyntetyki . Wyznaczanie grubości przy określonych naciskach – Część 1: Warstwy pojedyncze
27. PN-EN ISO 9864 Geosyntetyki. Metoda badań do wyznaczania masy powierzchniowej geotekstyliów i wyrobów pokrewnych
28. PN-EN 10060 Pręty stalowe okrągłe walcowane na gorąco ogólnego zastosowania – Wymiary i tolerancje kształtu i wymiarów
29. PN-EN 10080 Stal do zbrojenia betonu. Spajalna stal zbrojeniowa. Postanowienia ogólne
30. PN-EN ISO 10319 Geosyntetyki. Badanie wytrzymałości na rozciąganie metodą szerokich próbek
31. PN-EN ISO 11058 Geotekstyli i wyroby pokrewne. Wyznaczanie charakterystyk wodoprzepuszczalności w kierunku prostopadłym do powierzchni wyrobu bez obciążenia
32. PN-EN 12350-1 Badania mieszanki betonowej – Część 1: Pobieranie próbek
33. PN-EN 12350-2 Badania mieszanki betonowej – Część 2: Badanie konsystencji metodą opadu stożka
34. PN-EN 12350-3 Badania mieszanki betonowej – Część 3: Badanie konsystencji metodą VeBe
35. PN-EN 12350-4 Badania mieszanki betonowej – Część 4: Badanie konsystencji metodą oznaczenia stopnia zagęszczalności
36. PN-EN 12350-5 Badania mieszanki betonowej – Część 5: Badanie konsystencji metodą stolika rozpliwowego
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 12390-9:2007 Testing hardened concrete- Part 9: Freeze-thaw resistance - scaling
47. PN-EN 12504-1 Badania betonu w konstrukcjach – Część 1: Pobieranie, ocena i badanie wytrzymałości na ściskanie
48. PN-EN 12620 Kruszywa do betonu
49. PN-EN ISO 12958 Geotekstylnia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie zdolności przepływu wody w płaszczyźnie wyrobu
50. PN-EN 13036-1 Cechy powierzchniowe nawierzchni drogowych i lotniskowych. Metody badań – Część 1: Pomiar głębokości makrotekstury metoda objętościową
51. PN-EN 13036-7 Drogi samochodowe i lotniskowe. Metody badań – Część 7: Pomiar nierówności nawierzchni badanie liniałem mierniczym
52. PN-EN 13249 Geotekstylnia i wyroby pokrewne. Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych do budowy dróg i innych powierzchni obciążonych ruchem (z wyłączeniem dróg kolejowych i nawierzchni asfaltowych)
53. PN-EN ISO 13473-1 Charakterystyka struktury nawierzchni przy użyciu profili powierzchniowych – Część 1: Określenie średniego profilu głębokości
54. PN-EN 13670 Wykonywanie konstrukcji z betonu
55. PN-EN 13863-1 Nawierzchnie betonowe – Część 1: Metoda określania grubości nawierzchni metodą pomiarową
56. PN-EN 13863-2 Nawierzchnie betonowe – Część 2: Metoda określania związania pomiędzy warstwami
57. PN-EN 13863-3 Nawierzchnie betonowe – Część 3: Metoda określania grubości nawierzchni betonowej na podstawie odwiertów
58. PN-EN 13877-1 Nawierzchnie betonowe – Część 1: Materiały
59. PN-EN 13877-2 Nawierzchnie betonowe – Część 2: Wymagania funkcjonalne dla nawierzchni betonowych
60. PN-EN 13877-3 Nawierzchnie betonowe – Część 3: Wymagania dla dybli stosowanych w nawierzchniach drogowych betonowych
61. PN-EN 14188-1 Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe - Część 1: Wymagania wobec zalew drogowych na gorąco
62. PN-EN 14188-2 Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe – Część 2: Wymagania wobec zalew drogowych na zimno
63. PN-EN 14188-3 Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe – Część 3: Wymagania wobec wkładek uszczelniających
64. PN-EN 14188-4 Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe – Część 4: Wymagania dla podkładów używanych w zalewanych złączach
65. PN-EN ISO 15630-1 Stal do zbrojenia i sprężania betonu. Metody badań. Część 1: Pręty, walcówka i drut do zbrojenia betonu
66. PN-B-19707 Cement. Cement specjalny. Skład, wymagania i kryteria zgodności
67. PN-EN 13242+A1 kruszywa do niezwiązanym i związanym hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym
68. CEN/TR 16349:2012 Framework for a specification on the avoidance of a damaging Alkali-Silica Reaction (ASR) in concrete
69. ACI 308R-01: Guide to Curing Concrete (Reapproved 2008)
70. ASTM C1778-16 Standard Guide for Reducing the Risk of Deleterious Alkali-Aggregate Reaction in Concrete
71. ASTM C295/C295M-12 Standard Guide for Petrographic Examination of Aggregate for Concrete
72. ASTM E3013/E3013M-15 Standard Test Method for Evaluating Concrete Pavement Dowel Bar Alignment Using Magnetic Pulse Induction
73. Svensk Standard SS 13 72 44:2005 Betongprovning – Hårdnad betong – Avflagning vid frysning
74. AASHTO T 318-02 (2001) Standard Method of Test for Water Content of Freshly Mixed Concrete Using Microwave Oven Drying

Obowiązują aktualne wydania przywołanych powyżej norm.

10.2 Inne dokumenty

1. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG (Dz. Urz. UE L 88 z 04.04.2011)

2. Sprostowanie do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiającego zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylającego dyrektywę Rady 89/106/EEG (Dz. Urz. UE L 103 z dnia 12.04.2013 r.)
3. Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) NR 157/2014 z dnia 30 października 2013 r. w sprawie warunków udostępniania deklaracji właściwości użytkowych wyrobów budowlanych na stronie internetowej (Dz. Urz. UE L 52 z 21.02.2014r.)
4. Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) NR 568/2014 z dnia 18 lutego 2014 r. zmieniające załącznik V do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 dotyczący oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych wyrobów budowlanych (Dz. Urz. UE L 157 z 27.05.2014r.)
5. Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) Nr 574/2014 z dnia 21 lutego 2014 r. zmieniające załącznik III do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 w odniesieniu do wzoru, który należy stosować przy sporządzaniu deklaracji właściwości użytkowych wyrobów budowlanych (Dz. Urz. UE L 159 z 28.05.2014)
6. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. 2016 poz. 1570)
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. 2016, poz. 1966)
8. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. 2016 poz. 124)
9. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lutego 2015r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. 2016 poz. 124)
10. Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztucznych, załącznik do zarządzenia Nr 30 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.
11. WT-1 2014 Kruszywa. Wymagania Techniczne, załącznik do zarządzenia Nr 46 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 25.09.2014 r.
12. WT-2 2014 część I Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania Techniczne, załącznik do zarządzenia Nr 54 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 30 marca 2017 r.
13. Instrukcja DP-T 14 ocena jakości na drogach krajowych Część I – Roboty drogowe, załącznik do zarządzenia Nr 10 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 25.09.2014 r
14. ZTV Beton-StB 07 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton, FGSV 899, 2007 + korrektoren, 2012
15. TP Beton-StB 10 Technische Prüfvorschriften für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton, FGSV 892, 2010 + korrekturblatt, 01.07.2010
16. ZTV Fug-StB 15, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fugen in Verkehrsflächen, FGSV 897/1, 2015

Załącznik nr 1

**Instrukcja oznaczania odporności betonu na powierzchniowe złuszczenie
wskutek cyklicznego zamrażania-rozmrażania
/ na podstawie PKN-CEN/TS 12390-9:2007 /**

1 Badanie płytek (metoda referencyjna)**1.1 Zasada metody**

Próbki płytkowe, wycięte piłą z próbek kontrolnych betonu (Rysunek 1), powierzchniowo pokryte 3 mm warstwą wody dejonizowanej lub 3% roztworu chlorku sodu (NaCl), poddaje się cyklicznemu zamrażaniu i rozmrażaniu. Odporność na zamrażanie-rozmrażanie ocenia się na podstawie pomiaru masy materiału złuszczonego z powierzchni próbek po 56 cyklach zamrażania-rozmrażania.

1.2 Przyrządy

- 1.2.1 Wyposażenie do formowania próbek sześciennych o boku 150 mm zgodnie z EN 12390-2.
 - 1.2.2 Pomieszczenie lub komora klimatyzacyjna utrzymująca temperaturę $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ oraz szybkość parowania $(45 \pm 15) \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ h})$. Na ogół, uzyskuje się te warunki przy prędkości wiatru $\leq 0,1 \text{ m/s}$ i wilgotności względnej $(65 \pm 5) \%$. Szybkość parowania mierzy się przy użyciu miski o głębokości około 40 mm i powierzchni $(225 \pm 25) \text{ cm}^2$. Miskę napełnia się do wysokości $(10 \pm 1) \text{ mm}$ od brzegu.
 - 1.2.3 Piła diamentowa do cięcia betonu.
 - 1.2.4 Arkusz gumowy o grubości $(3 \pm 0,5) \text{ mm}$, odporny na stosowany roztwór soli i elastyczny w zakresie temperatury do $-27 ^\circ\text{C}$.
 - 1.2.5 Klej do przyklejenia arkusza gumowego do próbki betonu. Klej powinien być odporny na oddziaływanie środowiska, o którym mowa.
- UWAGA Stwierdzono, że odpowiedni jest klej kontaktowy.
- 1.2.6 Ekspandowany polistyren komórkowy (styropian) o grubości $(20 \pm 1) \text{ mm}$ i gęstości $(18 \pm 2) \text{ kg/m}^3$ lub alternatywna izolacja termiczna o przewodności cieplnej co najwyżej $0,036 \text{ W}/(\text{mK})$.
 - 1.2.7 Folia z polietylenu o grubości od 0,1 mm do 0,2 mm.
 - 1.2.8 Ciecz zamrażająca, składająca się wagowo z 97% wody wodociągowej i 3% NaCl (do badania z udziałem soli odladzającej), albo wyłącznie z wody dejonizowanej (do badania bez soli odladzającej).
 - 1.2.9 Zamrażarka z systemem chłodzenia i ogrzewania, umożliwiającą sterowanie temperaturą w czasie, o takiej wydajności, która umożliwia podążanie za przebiegiem temperatury w funkcji czasu przedstawionej na Rysunku 4 w każdej lokalizacji próbki. Zamrażarka powinna mieć dobrą cyrkulację powietrza. Półki siatkowe w zamrażarce powinny być ustawione równo. Nie dopuszcza się odchylenia od płaszczyzny poziomej powyżej 3 mm na metr w jakimkolwiek kierunku.
 - 1.2.10 Termopary lub równoważne urządzenie do mierzenia temperatury, do pomiaru temperatury cieczy zamrażającej na powierzchni badanej (patrz Rysunek 3) z dokładnością do $\pm 0,5 \text{ K}$.
 - 1.2.11 Naczynie do zbierania złuszczonego materiału. Naczynie powinno nadawać się do użytku w temperaturze do $120 ^\circ\text{C}$ bez utraty masy oraz powinno być odporne na oddziaływanie chlorku sodu.
 - 1.2.12 Odpowiednia bibuła filtracyjna do zbierania złuszczonego materiału, opcjonalnie.
 - 1.2.13 Pędzel z krótkim (około 20 mm), sztywnym włosiem do zbierania złuszczonego materiału.
 - 1.2.14 Butelka ze spryskiwaczem, zawierająca wodę wodociągową, do przemywania złuszczonego materiału.
 - 1.2.15 Suszarka szafkaowa utrzymująca temperaturę $(110 \pm 10) ^\circ\text{C}$.
 - 1.2.16 Waga o dokładności $\pm 0,05 \text{ g}$.

1.2.17 Suwmiarka z noniuszem o dokładności $\pm 0,1$ mm.

1.3 Przygotowanie próbek do badania

Do badania potrzebne są cztery próbki płytkowe, po jednej z każdej z czterech próbek sześciennych.

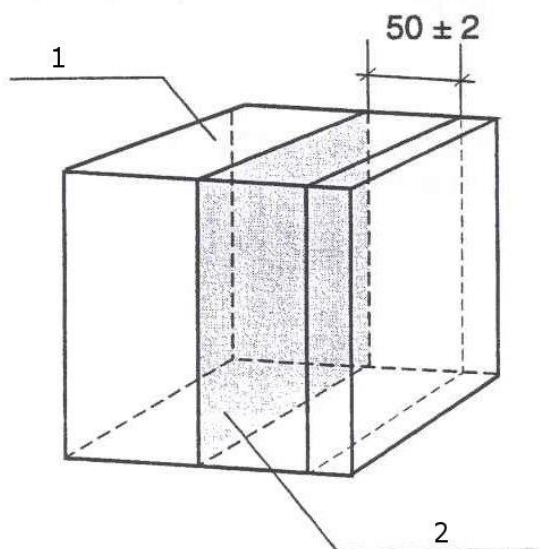
Pierwszego dnia po zabetonowaniu próbki sześciennie należy przechowywać w formach i zabezpieczyć przed wysuszeniem przez przykrycie folią polietylenową. Temperatura powietrza powinna wynosić (20 ± 2) °C.

Po (24 ± 2) godzinach próbki sześciennie należy wyjąć z form i umieścić w wannie z wodą wodociągową o temperaturze (20 ± 2) °C.

W wieku 7 dni próbki sześciennie należy wyjąć z kąpeli wodnej i umieścić w komorze klimatycznej (1.2.2), gdzie będą przechowywane do chwili rozpoczęcia badań odporności betonu na zamrażanie-rozmrażanie.

Po upływie 21 dni z każdej próbki sześciennej należy wyciąć płytkę o grubości (50 ± 2) prostopadle do powierzchni górnej tak, aby w środku próbki sześciennej wypadło cięcie piły wyznaczające powierzchnię do badania, patrz Rysunek 1. Grubość próbki płytkowej nie powinna odbiegać od średniej więcej niż o 2 mm.

Wymiary w milimetrach



Legenda

- 1 Powierzchnia górną przy betonowaniu
- 2 Powierzchnia badana

Rysunek 1 – Umieszczenie próbki płytkowej i jej badanej powierzchni w przecinanej próbce sześciennej

Bezpośrednio po wycięciu należy wypłukać płytkę w wodzie wodociągowej i wytrzeć nadmiar wody wilgotną gąbką. Pomiar wszystkich wymiarów płytki należy wykonać z dokładnością do $\pm 0,5$ mm wykorzystując suwmiarkę z noniuszem (1.2.17). Bezzwłocznie płytkę należy odłożyć do komory klimatycznej upewniając się, że powierzchnia badana znajduje się w pozycji pionowej, a przestrzeń między płytkami wynosi co najmniej 50 mm.

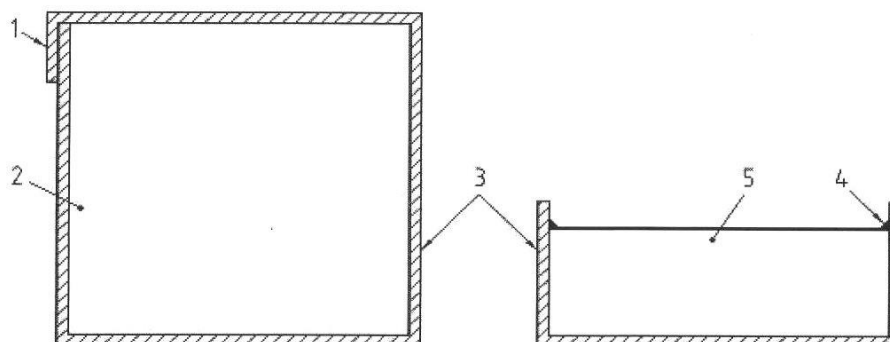
Gdy beton osiągnie wiek (25 ± 1) dni, na każdą powierzchnię płytki z wyjątkiem powierzchni badanej należy przykleić arkusz gumowy. Klejem lub silikonem należy wypełnić naroże pomiędzy betonem a arkuszem gumowym wzdłuż obwodu powierzchni badanej. Powierzchnia pozostała po nałożeniu kleju nie powinna być mniejsza niż 90% pierwotnej powierzchni próbki. Krawędź arkusza gumowego powinna sięgać (20 ± 1) mm powyżej powierzchni badanej. Po zamocowaniu arkusza gumowego próbkę należy wstawić do komory klimatycznej.

UWAGA 1. Na ogół klej nakłada się zarówno na powierzchnię betonu, jak i na powierzchnię gumy. Stwierdzono, że sposób klejenia arkusza gumowego przedstawiony na Rysunku 2 jest odpowiedni.

Gdy beton osiągnie wiek 28 dni, na badaną powierzchnię płytki należy wylać około 3 mm warstwę wody dejonizowanej o temperaturze (20 ± 2) °C. Takie nasączenie w temperaturze (20 ± 2) °C powinno trwać (72 ± 2) godziny, przy utrzymaniu stałej grubości warstwy wody, wynoszącej około 3 mm.

UWAGA 2. W przypadku płytki o wymiarach powierzchni badanej 150 mm x 150 mm, warstwę o grubości około 3 mm uzyskuje się stosując 67 ml wody dejonizowanej.

Przed rozpoczęciem cyklicznego zamrażania-rozmrażania wszystkie powierzchnie próbki, z wyjątkiem powierzchni badanej, powinny być termicznie zaizolowane przy użyciu warstwy styropianu o grubości (20 ± 1) (1.2.6) zgodnie z ustawieniem pokazanym na Rysunku 3. Zamiast tego, wykorzystać można inny materiał lub inną grubość warstwy, zapewniające równoważny stopień izolacji termicznej.



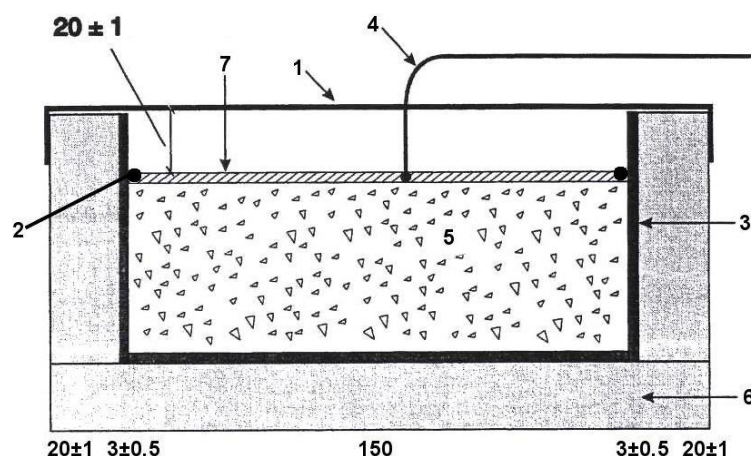
Legenda

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| 1 Zakładka | 4 Uszczelnienie |
| 2 Powierzchnia badana | 5 Próbką płytkowa |
| 3 Arkusz gumowy | |

Rysunek 2 – Widok próbki otoczonej arkuszem gumowym i przekrój ilustrujący uszczelnianie próbki

Badanie odporności na zamrażanie-rozmrażanie należy rozpocząć, gdy beton osiągnie wiek 31 dni. Nie wcześniej niż 15 min przed umieszczeniem próbek w zamrażarce (1.2.9), należy wymienić wodę dejonizowaną na powierzchni badanej na 67 ml cieczy zamrażającej (1.2.8), aby uzyskać średnią grubość warstwy cieczy 3 mm, przy temperaturze $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Wymiary w milimetrach



Legenda

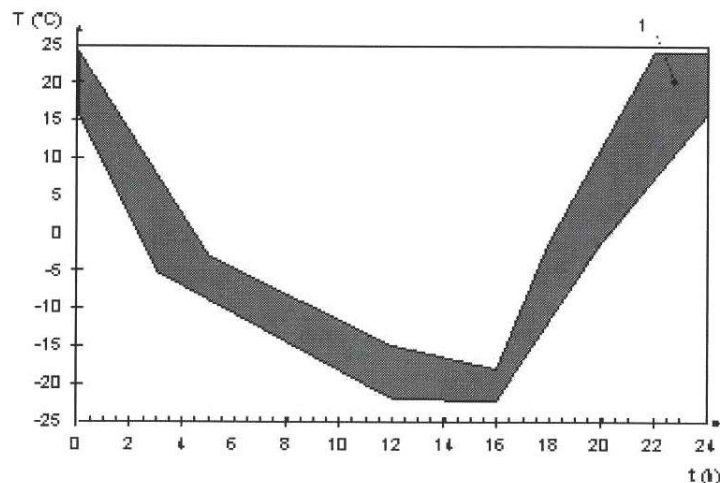
- | | |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1 Folia z polietylenu | 4 Urządzenie do pomiaru temperatury dotykające powierzchni badanej |
| 2 Uszczelnienie | 5 Próbką płytkowa |
| 3 Arkusz gumowy | 6 Izolacja termiczna 7 Ciecz zamrażająca |

Rysunek 3 - Ustawienie próbki do badań odporności na zamrażanie-rozmrażanie

Należy chronić ciecz zamrażającą przed parowaniem poprzez zastosowanie folii polietylenowej (1.2.7), ułożonej poziomo i możliwie płasko, jak pokazano na Rysunku 3. Folia polietylenowa powinna pozostawać w położeniu płaskim podczas trwania badania, aby odległość między folią a powierzchnią cieczy zamrażającej wynosiła co najmniej 15 mm.

1.4 Procedura badania

Rozpoczęcie badania polega na umieszczeniu próbki w zamrażarce w momencie odpowiadającym (0 ± 30) min. fazy cyklu zgodnie z Rysunkiem 4. Po umieszczeniu próbek w zamrażarce, należy poddać je wielokrotnemu zamrażaniu i rozmrażaniu. W przypadku co najmniej jednej próbki umieszczonej w zamrażarce, w środku badanej powierzchni należy w sposób ciągły monitorować temperaturę cieczy zamrażającej. Temperatura w cieczy zamrażającej powinna mieścić się w zacienionym obszarze pokazanym na Rysunku 4. Podczas każdego cyklu zamrażania-rozmrażania przez co najmniej 7 godz., ale nie więcej niż 9 godz., temperatura powinna przekraczać 0°C . Temperatura powietrza w zamrażarce nigdy nie powinna spaść poniżej -27°C .



Legenda

1 Zakres temperatury w środku powierzchni badanej

Rysunek 4 – Przebieg temperatury (T) w czasie (t) w ciągu jednego cyklu zamrażania-rozmrażania, mierzonej w cieczy zamrażającej w środku powierzchni badanej

Współrzędne punktów załamania wykresu, określającego zaciemniony obszar na Rysunku 4 podane zostały w Tabeli 1.

Tabela 1 – Współrzędne punktów określających zaciemniony obszar na Rysunku 4

górna granica		dolna granica	
t w godz.	T w $^{\circ}\text{C}$	t w godz.	T w $^{\circ}\text{C}$
0	+ 24,0	0	+ 16,0
5	-3,0	3	-5,0
12	-15,0	12	- 22,0
16	-18,0	16	-22,0
18	-1,0	20	-1,0
22	+ 24,0	24	+ 16,0

UWAGA 1. Aby uzyskać prawidłowy cykl temperatury dla wszystkich próbek, konieczne jest zapewnienie dobrej cyrkulacji powietrza w komorze zamrażarki.

UWAGA 2. Zaleca się, aby liczba próbek w zamrażarce zawsze była taka sama. W przypadku badania niewielu próbek, puste miejsca w zamrażarce należy wypełnić pustymi formami, chyba że wykazano osiągnięcie prawidłowego cyklu temperatury bez stosowania tego środka ostrożności.

Po określonej liczbie cykli zamrażania-rozmrażania (7 ± 1), (14 ± 1), (28 ± 1), (42 ± 1) i 56, podczas fazy rozmrażania roztworu między 20 do 24 godz. trwania cyklu zgodnie z Rysunkiem 4, należy przeprowadzić następujące działania dla każdej próbki:

- Zebrać do naczynia materiał złuszczonej z powierzchni badanej (1.2.11). Przepłukać powierzchnię za pomocą butelki ze spryskiwaczem (1.2.14) i zgarnąć pędzlem (1.2.13) złuszczonej materiał.

- b) Wlać świeżą ciecz zamrażającą na powierzchnię badaną. W przypadku powierzchni badanej o wymiarach 150 mm x 150 mm potrzebne jest 67 ml cieczy.
- c) Odłożyć próbkę do zamrażarki.
- d) Ostrożnie wylać płyn z naczynia.

Uwaga 3. Zaleca się, aby wylewać płyn na bibułę filtracyjną, zwłaszcza wtedy, ilość złuszczonego materiału jest mała.

Naczynie zawierające złuszczonego materiału (oraz bibułę filtracyjną jeśli była używana) należy wysuszyć do stałej masy przy $(110 \pm 10) ^\circ\text{C}$ i zważyć z dokładnością do 0,1 g. Całkowitą masę złuszczonego materiału w stanie suchym po n-tym cyklu zamrażania-rozmrażania określa się według wzoru 1. Należy zaokrąglić otrzymaną wartość do 0,1 g.

$$m_{s,n} = m_{s,before} + (m_{v+s(+f)} - m_{v(+f)}) \quad (1)$$

gdzie:

- $m_{s,n}$ oznacza całkowitą masę złuszczonego materiału w stanie suchym po n-tym cyklu zamrażania-rozmrażania zaokrągloną z dokładnością do 0,1 g;
- $m_{s,before}$ oznacza całkowitą masę złuszczonego materiału w stanie suchym, określoną przy poprzednim oznaczeniu;
- $m_{v+s(+f)}$ oznacza masę naczynia zawierającego złuszczonego materiału w stanie suchym oraz bibułę filtracyjną, jeżeli była używana, zaokrągloną z dokładnością do 0,1 g;
- $m_{v(+f)}$ oznacza masę pustego naczynia oraz suchej bibuły filtracyjnej, jeżeli była używana, zaokrągloną z dokładnością do 0,1 g.

1.5 Obliczenie wyników

Obliczyć sumaryczny ubytek masy na jednostkę powierzchni próbki w kilogramach na metr kwadratowy po n-tym cyklu zamrażania-rozmrażania S_n dla każdej próbki według wzoru:

$$S_n = \frac{m_{s,n}}{A} \cdot 10^3 \quad (2)$$

gdzie:

- S_n oznacza ubytek masy na jednostkę powierzchni próbki po n-tym zamrażania-rozmrażania w kg/m^2 ,
- $m_{s,n}$ oznacza całkowitą masę złuszczonego materiału w stanie suchym po n-tym cyklu zamrażania-rozmrażania, określaną wzorem 1;
- A oznacza pole badanej powierzchni, obliczonej z pomiarów długości krawędzi przed nałożeniem kleju uszczelniającego, zaokrągloną z dokładnością do 100 mm^2 .

Do oceny odporności betonu na powierzchniowe złuszczenie wskutek zamrażania-rozmrażania wykorzystuje się wartość średnią ubytku masy oraz poszczególne wartości ubytku masy każdej próbki po 56 cyklach zamrażania-rozmrażania.

1.6 Sprawozdanie z badania

Sprawozdanie z badania powinno zawierać przynajmniej następujące informacje:

- a) odniesienie do niniejszej Specyfikacji Technicznej;
- b) pochodzenie i oznaczenie próbek;
- c) identyfikacja betonu;
- d) skład cieczy zamrażającej (1.2.8);
- e) sumaryczna masa złuszczonego materiału z każdej próbki oraz średnia wartość w kilogramach na metr kwadratowy, zaokrąglona z dokładnością do 0,02 kg/m^2 , po (7 ± 1) , (14 ± 1) , (28 ± 1) , (42 ± 1) i 56 cyklach zamrażania-rozmrażania;
- f) ocena wizualna próbek (pęknięcia, złuszczenie ziaren kruszywa, wycieki wody lub roztworu soli) przed rozpoczęciem i po (7 ± 1) , (14 ± 1) , (28 ± 1) , (42 ± 1) i 56 cyklach zamrażania-rozmrażania;
- g) wszelkie odstępstwa od procedury referencyjnej (np. 1.7);
- h) opcjonalne: skład betonu.

1.7 Zastosowania alternatywne

Metoda referencyjna dotyczy próbek płytkowych o wymiarach około 50 mm x 150 mm x 150 mm, których cykliczne zamrażanie-rozmrażanie rozpoczyna się w wieku 31 dni od zabetonowania i których powierzchnią badaną jest powierzchnia wycięta. Zasadę badania zastosować można także w innych warunkach. Zazwyczaj odstępstwa od metody referencyjnej dotyczą sposobu formowania próbek lub ich pielęgnacji. Przykłady zastosowań alternatywnych są następujące:

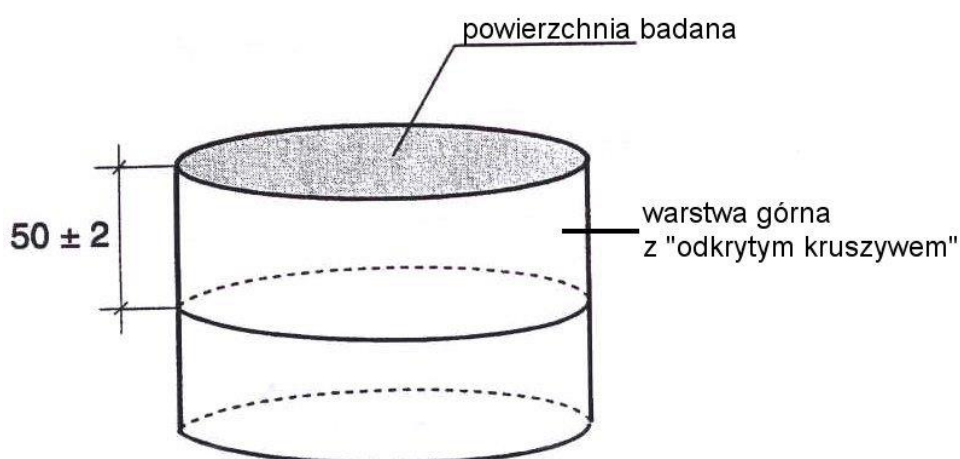
- Można zastosować inne wymiary próbki płytkowej, ale jej grubość zawsze powinna wynosić (50 ± 2) mm. Przykładowo, metoda może być wykorzystana do badania plastrów wyciętych z próbek-odwiertów pobranych z konstrukcji lub do badania wyrobów prefabrykowanych,
- Zamiast powierzchni wyciętych można badać powierzchnie górne (zacierane) oraz powierzchnie od strony deskowania.
- Można stosować inne warunki pielęgnacji betonu, a wiek betonu może różnić się od 31 dni do chwili rozpoczęcia cyklicznego zamrażania-rozmrażania.
- Można zastosować inne środki do odladzania niż NaCl.
- Liczba cykli zamrażania-rozmrażania może przekroczyć 56. W niektórych przypadkach, np. w przypadku badania kostki brukowej, można zastosować 28 cykli zamiast 56.

W przypadku zastosowań alternatywnych, próbki płytkowe wycina się na grubość (50 ± 2) mm na 10 dni przed rozpoczęciem cyklicznego zamrażania-rozmrażania. W ciągu tych 10 dni próbki przechowuje się w komorze klimatycznej przez 7 dni, a następnie nasycy się przez 3 dni jak w metodzie referencyjnej, chyba że w obszarze szczególnego zainteresowania znajdują się inne warunki pielęgnacji betonu. Warstwę cieczy zamrażającej o grubości 3 mm wylewa się na powierzchnię badaną przed rozpoczęciem zamrażania-rozmrażania. Następnie badanie jest prowadzone zgodnie z metodą referencyjną.

Wszelkie odstępstwa od metody referencyjnej powinny być odnotowane w sprawozdaniu z badań.

Normy związane

PKN-CEN/TS 12390-9:2007 Testing hardened concrete – Part.9: Freeze-thaw resistance - Scaling
Svensk Standard SS 13 72 44:2005 Betongprovning – Hårdnad betong – Avflagning vid frysning

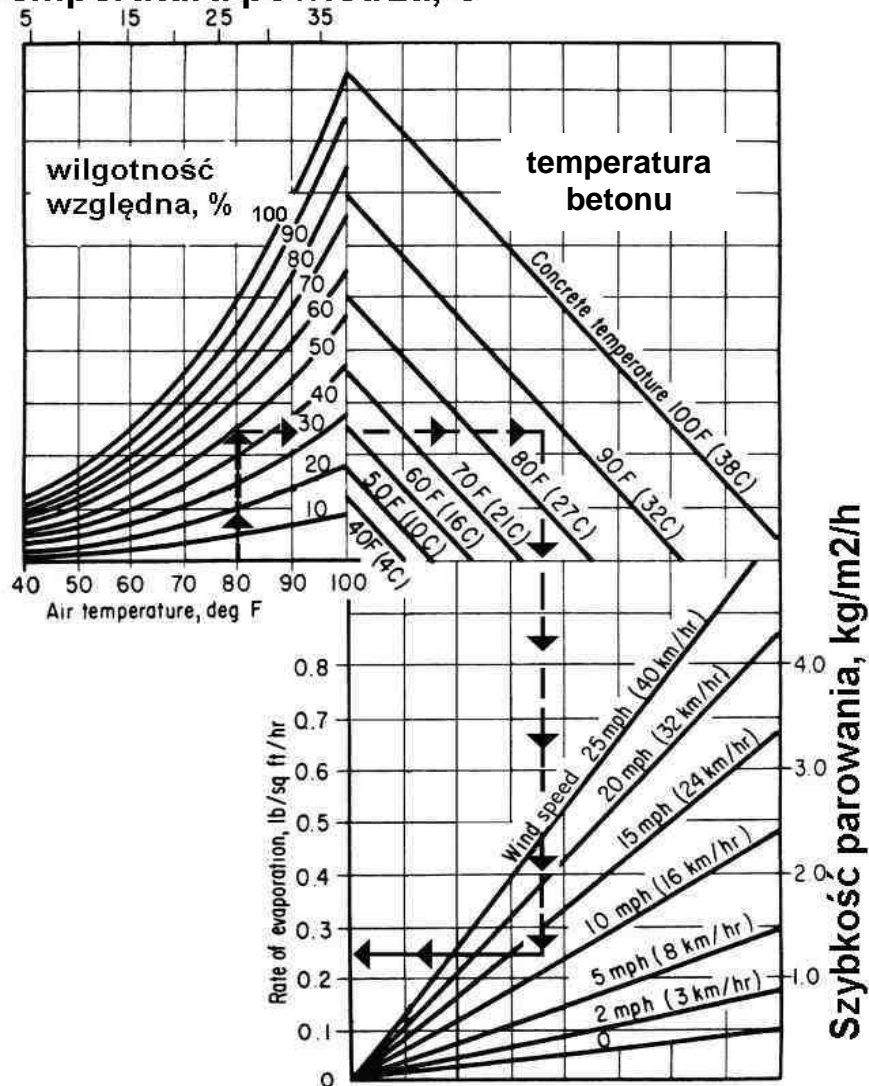


Rysunek 5 – Próbką odwiert rdzeniowy do badania

Załącznik nr 2

**Nomogram do określania szybkości parowania wody z powierzchni betonu
w zależności od warunków pogodowych według ACI 308 R-01**

Temperatura powietrza, C

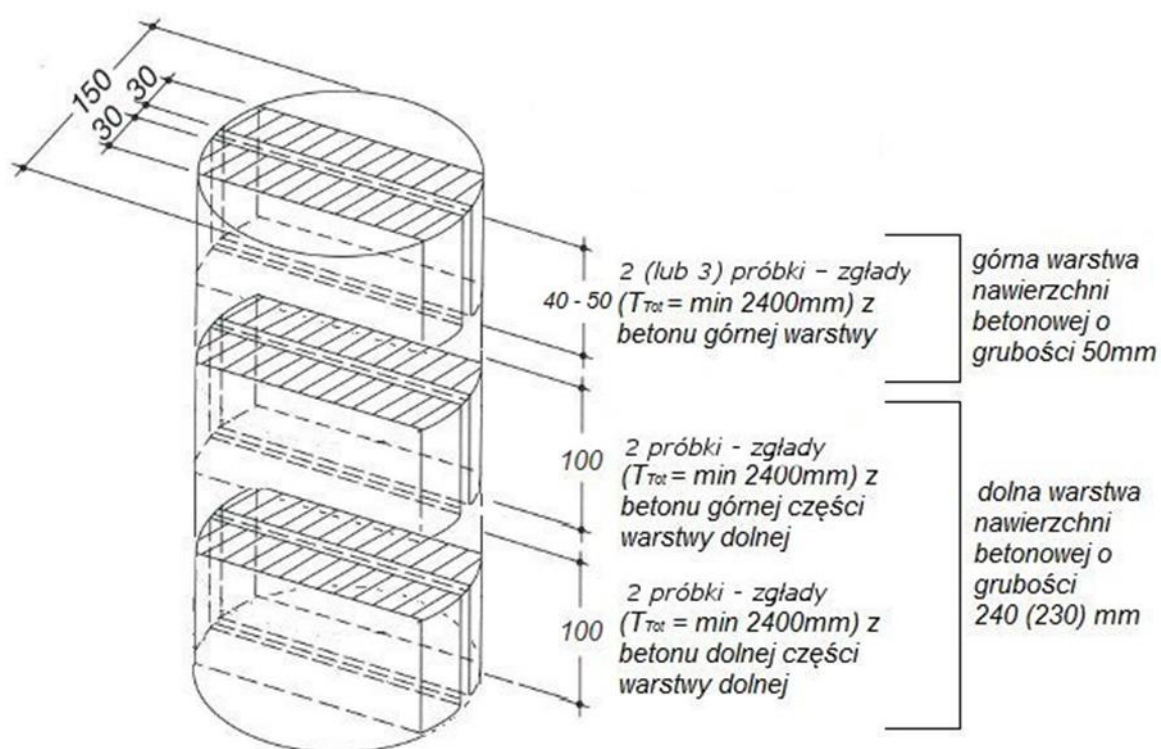
Objaśnienia:

- szybkość wiatru mierzona jest na poziomie ok. 51 cm nad powierzchnią betonu,
- temperatura i wilgotność względna powietrza jest określana w cieniu na poziomie od 1,2 do 1,8 m nad powierzchnią betonu,
- przy szybkości parowania sięgającej powyżej 1,0 kg/m²/h należy zastosować odpowiednie zabezpieczenie przez powstawaniem spękań od skurczu plastycznego,
- w przypadku betonów charakteryzujących się niską szybkością oddawania wody (tzw. bleedingu, zwłaszcza przy w/c < 0,4) niebezpieczeństwo powstawania spękań od skurczu plastycznego może pojawić się przy znacznie niższej szybkości parowania wody,
- w przypadku nawierzchni wykonywanych metodą ślizgową doświadczenia amerykańskie wskazują, że szybkość parowania wody większa niż 0,3 kg/m²/h powoduje niebezpieczeństwo powstawania spękań od skurczu plastycznego.

Wykorzystanie nomogramu:

1. Dla rzędnej „temperatura powietrza” znajdź punkt przecięcia z krzywą odpowiedniej wilgotności względnej powietrza.
2. Kreśląc linię poziomą w prawo znajdź punkt przecięcia z linią odpowiedniej temperatury betonu.
3. Kreśląc linię pionową w dół znajdź punkt przecięcia z linią odpowiedniej szybkości wiatru.
4. Kreśląc linię poziomą w prawo od punktu przecięcia odczytaj na osi pionowej szybkość parowania wody w kg/m²/h.

Załącznik nr 3



Rysunek – Schemat wycinania z rdzenia $\varnothing=150$ mm próbek-zglądów do oznaczania charakterystyki porów powietrznych w stwardniałym betonie