

D-05.00.00 NAWIERZCHNIE

D-05.03.00 NAWIERZCHNIE TWARDE ULEPSZONE

D-05.03.04 NAWIERZCHNIA (WARSTWA NAWIERZCHNIOWA) Z BETONU CEMENTOWEGO

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot STWiORB

Przedmiotem niniejszych STWiORB są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego w ramach opracowania Warunków Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych. Postanowienia niniejszych STWiORB dotyczą warstwy, którą stanowi płyta betonowa dyblowana i kotwiona lub płyta betonowa o ciągłym zbrojeniu. 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.

1.2. Zakres stosowania STWiORB

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

1.3. Zakres robót objętych STWiORB

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji Technicznej dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem nawierzchni z betonu cementowego napowietrzonego o minimalnej klasie wytrzymałości na ściskanie C35/45 i klasie ekspozycji XF4 oraz grubości i lokalizacji określonych w Dokumentacji Projektowej

1.4. Określenia podstawowe

1. **Beton** - materiał powstały ze zmieszania cementu, kruszywa drobnego i grubego, wody oraz ewentualnych domieszek i dodatków, który uzyskuje swoje właściwości w wyniku hydratacji cementu.
2. **Mieszanka betonowa** - całkowicie wymieszanie składniki betonu, które są jeszcze w stanie umożliwiającym zagęszczenie wybraną metodą.
3. **Beton stwardniały** – beton, który jest w stanie stałym i który osiągnął pewien poziom wytrzymałości.
4. **Beton zwykły** - beton o gęstości objętościowej większej niż 2000 kg/m³ i nieprzekraczającej 2600 kg/m³.
5. **Beton projektowany** - beton, którego wymagane właściwości i dodatkowe cechy są podane producentowi, odpowiedzialnemu za dostarczenie betonu zgodnego z wymaganymi właściwościami i dodatkowymi cechami.
6. **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.
7. **Beton napowietrzony** - beton zawierający dodatkowo powietrze wprowadzone przy napowietrzaniu, w ilości nie mniejszej niż 4,0% objętości zagęszczonej masy betonowej.
8. **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.

9. **Beton nawierzchniowy** - beton napowietrzony o określonej wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu i mrozoodporności, wbudowany w warstwę nawierzchniową z betonu cementowego.
10. **Warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego** – warstwa konstrukcji nawierzchni wykonana z betonu cementowego poddana bezpośredniemu oddziaływaniu ruchu pojazdów, zabiegów utrzymaniowych oraz środowiska.
11. **Mokre na mokre** – ułożenie mieszanki betonowej w warstwie górnej na dolną warstwę zagęszczoną mieszanki betonowej, niezwiązanej.
12. **Wymagania funkcjonalne nawierzchni betonowej** – właściwości betonu w warstwie nawierzchniowej, które gwarantują zgodność z wymaganiami określonymi wobec projektowanego betonu nawierzchniowego.
13. **Makrotekstura nawierzchni** – cecha eksploatacyjna nawierzchni określająca odchylenie powierzchni nawierzchni od idealnie płaskiej powierzchni w zakresie długości fali nierówności od 0,5 do 50 mm.
14. **Warstwa z „odkrytym kruszywem”** – górna warstwa nawierzchni o grubości 50 mm, z której usunięto powierzchniową 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, warstwy niezwiązanej warstewki zaprawy cementowej.
15. **Warstwa poślizgowa** – warstwa znajdująca się pomiędzy warstwą nawierzchniową z betonu cementowego a podbudową zasadniczą pełniącą rolę warstwy antyspękania, filtrującej oraz poślizgowej (ograniczającej naprężenia w wyniku zmian temperatury).
16. **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.
17. **Szczelina** – nieciągłość uformowana poprzez nacinanie na całej grubości lub na części grubości warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego, wykonana zgodnie z Dokumentacją Projektową.
18. **Szczelina poprzeczna** – szczelina wykonana prostopadle do kierunku ruchu pojazdów.
19. **Szczelina podłużna** – szczelina wykonana równolegle do kierunku ruchu pojazdów.
20. **Szczelina skurczowa** – szczelina stosowana w celu wymuszenia powstania rys skurczowych pod tymi szczelinami.
21. **Szczelina konstrukcyjna** – szczelina poprzeczna stosowana na zakończenie dziennej działki roboczej, przy przerwach w układaniu betonu powyżej 1,5 godziny.
22. **Szczelina rozszerzania** - szczelina stosowana w miejscach wymagających wyeliminowania szkodliwego wpływu skurczu oraz rozszerzalności cieplnej.
23. **Dyble** – pręty stalowe gładkie, powleczone polimerową powłoką, ułożone prostopadle 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).
24. **Kotwy** - pręty stalowe żebrowane ułożone prostopadle 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.
25. **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 okruchów.
26. **Gruntownik (środek gruntujący)** - powierzchniowa powłoka stosowana na ściankach szczeliny przed jej wypełnieniem zalewą drogową, stosowana w celu zapewnienia przyczepności.
27. **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 okruchów.

28. **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 wnikiem zalewy podczas wypełniania nią szczeliny, a także wyeliminowania trójfazowej przyczepności zalewy w szczelinie.
29. **Klasa ekspozycji** – klasyfikacja chemicznych i fizycznych warunków środowiska, na oddziaływanie których narażony jest beton.
30. **Kategoria środowiska** – klasyfikacja środowiska w odniesieniu do możliwości wystąpienia w betonie zagrożenia destrukcyjną reakcją alkalia-krzemionka (ASR).
31. Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi Polskimi Normami związanymi, z dokumentami związanymi oraz z definicjami podanymi w STWiORB D-M 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

1.5. 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 STWiORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt.2.

Wymaga się, 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 dokumenty, świadczące o dopuszczeniu tych wyrobów do obrotu zgodnie z Ustawą z dnia 16 kwietnia 2014r. o wyrobach budowlanych (Dz.U. z 2014r., poz.883), w tym: deklaracje zgodności, certyfikaty, aprobaty techniczne, europejskie oceny techniczne. Przedkłada również inne dokumenty związane z tymi materiałami i wyrobami, takie jak: świadectwa jakościowe, sprawozdania z badań, instrukcje (zalecenia) producenta, informacje o okresie przydatności wyrobu do zastosowania, podstawowe informacje bhp.

2.2. Cement

Do betonu nawierzchniowego należy stosować cementy, których właściwości spełniają wymagania podstawowe określone w PN-EN 197-1 oraz poniżej.

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

W przypadku stosowania do betonu dolnej warstwy kruszyw grubych z przekruszenia surowca skalnego ze złoża polodowcowego należy stosować wyłącznie cement portlandzki CEM I, w którym zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ według PN-EN 196-2 jest nie większa niż 0,5 %.

Tabela 1. Wymagania wobec cementów do betonu nawierzchniowego

Lp.	Rodzaj cementu	Wymagania normowe	Wymagania specjalne
-----	----------------	-------------------	---------------------

1	2	3	4
1	cement portlandzki CEM I	PN-EN 197-1	<p>właściwa ilość wody wg PN-EN 196-3 $\leq 28,0 \%$;</p> <p>wytrzymałość po 2 dniach wg PN-EN 196-1 $\leq 29,0$ MPa;</p> <p>początek czasu wiązania wg PN-EN 196-3 ≥ 120 minut;</p> <p>zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ wg PN-EN 196-2 $\leq 0,80$;</p> <p>stopień zmielenia wg PN-EN 196-6 $\leq 3500 \text{ cm}^2/\text{g}$ – dot. CEM I 32,5</p>
2	cement portlandzki żużlowy CEM II/A-S		zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ wg PN-EN 196-2 $\leq 0,80$
3	cement portlandzki żużlowy CEM II/B-S		zawartość alkaliów $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ wg PN-EN 196-2 $\leq 0,90$

2.3. Kruszywo

Do produkcji mieszanki betonowej należy stosować kruszywa naturalne pochodzenia mineralnego, które poza obróbką mechaniczną nie zostało poddane żadnej innej obróbce. Wymagania dla kruszyw podano zgodnie z normą PN-EN 12620.

Wymiary kruszyw należy określać za pomocą dwóch wymiarów sit wybranych z zestawu podstawowego, lub podstawowego plus zestaw 1 (zgodnie z Tab.nr 1 w/w normy). Do betonowych nawierzchni drogowych należy stosować ocenę zgodności kruszyw wg systemu 2+.

Kruszywo powinno być składowane na powierzchni utwardzonej, każda frakcja w oddzielnym boksie (wykonanym z płyt betonowych), z tabliczką określającą uziarnienie.

Musi być pozbawione zanieczyszczeń obcych jak: fragmenty tkanin, drobnych kawałków drewna, fragmentów plastików itp. Jeżeli Inżynier stwierdzi występowanie takich zanieczyszczeń, ma obowiązek zdyskwalifikować takie kruszywo i dać polecenie Wykonawcy do natychmiastowego usunięcia z placu składowego, gdyż nie może być ono zastosowane do wytworzenia mieszanki betonowej.

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

- dla nawierzchni jednowarstwowych i dwuwarstwowych z tej samej mieszanki: $D \leq 31,5\text{mm}$
- dla górnej warstwy nawierzchni z odkrytym kruszywem: 0/2, 2-8 mm.
- dla dolnej warstwy nawierzchni: $D \leq 31,5\text{mm}$.

Mieszanka mineralna powinna się składać z min. trzech frakcji kruszywa.

Wymiar kruszywa należy określać za pomocą zestawu podstawowego sit plus zestaw 1, podanego w tabeli 2. Do określania wymiaru kruszywa nie należy stosować innego zestawu sit. Do betonu nawierzchniowego nie dopuszcza się stosowania:

- kruszyw z recyklingu,
- kruszyw, które mogą powodować wystąpienie w betonie zagrożenia destrukcyjną reakcją alkalia-węglany (ACR).

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

Kruszywo powinno spełniać wymagania normy PN-EN 12620 oraz wymagania dodatkowe zgodnie z tabelami 4 i 5.

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 z zastrzeżeniem - w przypadku kruszywa z surowca skalnego ze złoża polodowcowego ziarna magmowe i metamorficzne powinny stanowić co najmniej 75 %		deklarowany przez producenta z zastrzeżeniem - nie dopuszcza się obecności ziaren węglanu wapnia	
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 $D > 4\text{ i } d \geq 1\text{ mm}$	$G_C\ 90/15$		
			wymiar $D \leq 4\text{ i } d \geq 1\text{ mm}$	$G_C\ 85/20$		
4	Tolerancja uziarnienia na sitach pośrednich w zależności od wymiaru kruszywa, wymagana kategoria	PN-EN 933-1	$D/d < 4\text{ i sito pośrednie } D/1,4$	$G\ 20/15$		
			$D/d \geq 4\text{ i sito pośrednie } D/2$	$G\ 20/17,5$		
5	Zawartość pyłów; wartość nie wyższa niż:	PN-EN 933-1	$f_{1,5}$			
6	Kształt kruszywa; kategoria nie wyższa niż:	PN-EN 933-3 lub PN-EN 933-4	$Fl_{20}\text{ lub }Sl_{20}$		$Fl_{15}\text{ lub }Sl_{10}$	
7	Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej, kategoria nie niższa:	PN-EN 933-5	$C\ 90/1$		$C_{100/0}$	
8	Odporność kruszywa na rozdrabnianie badana na kruszywie o wymiarze 10/14; kategoria nie wyższa niż:	PN-EN 1097-2	$LA_{35}\ ^1)$		$LA_{25}\ ^1)$	
9	Odporność na polerowanie; wartość nie niższa niż:	PN-EN 1097-8	brak wymagań		badana na kruszywie o wymiarze 5/8	PSV_{53} wartość deklarowana
10	Mrozoodporność badana na kruszywie frakcji 8/16	PN-EN 1367-1	F_1		-	

11	Mrozoodporność badana w 1 % NaCl na kruszywie frakcji 8/16; wartość nie wyższa niż w %:	PN-EN 1367-6	-	6
12	Zawartość siarki całkowitej; wartość nie wyższa niż w %:	PN-EN 1744-1	1	1
13	„Zgorzel słoneczna” bazaltu, wymagana kategoria	PN-EN 1367-3	$SB_{SZ}(SB_{LA})$	$SB_{SZ}(SB_{LA})$
14	Potencjalna reaktywność alkaliczna; wartość: ²⁾	PN-B-06714-46	stopień reaktywności alkalicznej 0	stopień reaktywności alkalicznej 0
15	Lekkie zanieczyszczenia; wartość nie wyższa niż w %:	PN-EN 1744-1	0,1	0,1
16	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>¹⁾ Dopuszcza się zastosowanie kruszyw o kategorii odporności na rozdrabnianie LA_{40}, tylko w przypadku, gdy ubytek masy kruszywa w badaniu mrozoodporności w 1% NaCl przeprowadzonego na frakcji 8/16 wg PN-EN 1367-6 jest $\leq F_{NaCl} 2\%$ oraz są spełnione pozostałe wymagania określone w Tablicy 4.</p> <p>²⁾ W przypadku stwierdzenia, że badane kruszywo odpowiada 1 stopniowi potencjalnej reaktywności alkalicznej należy wykonać badanie dodatkowe zgodnie z PN-B-06714-34 [23]; dopuszczenie do zastosowania przy spełnieniu wymagania: reaktywność alkaliczna z cementem nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych większych niż 0,1 %.</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	deklarowany przez producenta z zastrzeżeniem - nie dopuszcza się obecności ziaren węgla wapnia
2	Uziarnienie kruszywa, wymagana kategoria	PN-EN 933-1	G_{F85}	G_{F85}
3	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
4	Zawartość pyłów; kategoria nie wyższa niż:	PN-EN 933-1	f_3	f_3
5	Zawartość siarki całkowitej; wartość nie wyższa niż w %:	PN-EN 1744-1	1	1

6	Potencjalna reaktywność alkaliczna; wartość: ¹⁾	PN-B-06714-46	stopień reaktywności alkalicznej 0	stopień reaktywności alkalicznej 0
7	Lekkie zanieczyszczenia; wartość nie wyższa niż w %:	PN-EN 1744-1	0,5	0,5
8	Gęstość ziaren wysuszonych w suszarce ρ_{rd}	PN-EN 1097-6	wartość deklarowana $\pm 30 \text{ kg/m}^3$	wartość deklarowana $\pm 30 \text{ kg/m}^3$

1) W przypadku stwierdzenia, że badane kruszywo odpowiada 1 stopniowi potencjalnej reaktywności alkalicznej należy wykonać badanie dodatkowe zgodnie z PN-B-06714-34 [23]; dopuszczenie do zastosowania przy spełnieniu wymagań: reaktywność alkaliczna z cementem nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych większych niż 0,1 %.

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.

2.6. Materiały do pielęgnacji i ochrony świeżego betonu

Do pielęgnacji świeżo ułożonej nawierzchni z betonu cementowego, można zastosować niżej wymienione materiały:

- folię,
- geowłókninę,
- preparaty powłokowe (hydrofobowe), posiadające aktualne dokumenty pozwalające stwierdzić przydatność danego preparatu do tego celu,
- wodę.

Za zgodą Inżyniera, do pielęgnacji i ochrony świeżo ułożonej warstwy nawierzchniowej możliwe jest również wykorzystanie innych materiałów

2.7. Materiały do warstwy poślizgowej

Jeżeli Dokumentacja Projektowa zakłada wykonywanie podbudowy zasadniczej z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym, należy stosować warstwę poślizgową.

Warstwę poślizgową może stanowić:

a) w przypadku płyt dyblowanych i kotwionych:

- geowłóknina;
- powierzchniowe utwalenie;

b) w przypadku płyt o zbrojeniu ciągłym:

- warstwa z betonu asfaltowego.

2.7.1. Geowłóknina

Należy stosować geowłókniny, których właściwości spełniają wymagania podstawowe określone w PN-EN 13249 oraz tabeli 6. Geowłóknina powinna być wykonana z poliolefinów (włókien polipropylenowych lub polietylenowych) jako geosyntetyk nietkany (non wovens). Dostarczana geowłóknina, jako wyrób budowlany, powinna być oznakowana zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami.

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=50mm	PN-EN ISO 11058	l/m ² s	≥ 45
5	Zdolność przepływu wody w płaszczyźnie geowłókniny przy nacisku 20 kPa, przy spadku hydraulicznym i=1	PN-EN ISO 12958	10 ⁻⁶ m ² /s	≥ 4,0
6	Odporność na działanie alkaliów			≥ 96 %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. Geowłóknina po przymocowaniu powinna dokładnie przylegać do podbudowy. Niedopuszczalne są sfaldowania i pęcherze powietrza. Sposób przymocowania geowłókniny należy uzgodnić z Inżynierem.

Zamawiający pobiera próbki geowłókniny w celu sprawdzenia jej właściwości użytkowych, w razie wątpliwości co do jej jakości.

2.7.2. Powierzchniowe utrwalenie

Powierzchniowe utrwalenie powinno być wykonana zgodnie z wymaganiami PN-EN 12271.

Do powierzchniowego utrwalenia należy stosować:

- asfaltowe emulsje kationowe podane w Załączniku krajowym do PN-EN 13808. Przy stosowaniu powinno być uwzględnione pH emulsji zgodnie z PN-EN 12850 przy podbudowach ze spoiwem hydraulicznym,
- kruszywo spełniające, podane w WT-1 2014 wymagania dla kruszywa grubego do powierzchniowych utrważeń.

Podczas wykonywania powierzchniowego utrwalenia należy prowadzić kontrolę zawartości i dokładności dozowania lepiszcza oraz kruszywa zgodnie z PN-EN 12271, PN-EN 12271-3.

2.7.3. Warstwa z betonu asfaltowego

Warstwa powinna być wykonana z mieszanki mineralno-asfaltowej AC 8S lub AC 11S zgodnie z STWiORB D.05.03.05C „Warstwa ścieralna z betonu asfaltowego”, grubość warstwy 50 mm.

2.8. Dyble, kotwy i stal zbrojeniowa

Szczegóły dotyczące rozmieszczenia poszczególnych rodzajów szczelin oraz ich konstruowania, a także dotyczące dybli oraz kotew, takie jak: rozmieszczenie, długość, średnica, dopuszczalne tolerancje wymiarowe, rodzaj stali, sposób zamocowania i inne szczegóły niezbędne w przyjętych warunkach realizacji powinna określać Dokumentacja Projektowa.

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. Tolerancja długości dybli ± 10 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.

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.

2.8.3. Stal zbrojeniowa

Pręty zbrojeniowe stosowane w nawierzchniach o ciągłym zbrojeniu powinny być co najmniej klasy B500 i powinny być zgodne z PN-EN 10080. Pozostałe zalecenia dotyczące zbrojenia według Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych.

Dokumentacja Projektowa powinna określać m.in.: usytuowanie w nawierzchni, długość, średnicę, rodzaj stali, sposób zamocowania, sposób łączenia prętów, sposób stabilizacji w czasie betonowania i inne szczegóły niezbędne w przyjętych warunkach realizacji, dotyczące zbrojenia ciągłego.

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 lub PN-EN 14188-2. Zalewa drogowa powinna łatwo wypełniać szczelinę, nie powinna nadmiernie płynąć w wysokich temperaturach. Zalewa drogowa oraz wykonane nią wypełnienie powinno charakteryzować się następującymi cechami:

- bardzo dobrą przyczepnością do zagruntowanych ścianek szczeliny;
- wysoką stabilnością pod naciskiem;
- elastycznością oraz rozciągliwością w niskich temperaturach;
- dużą odpornością na starzenie się;
- odpornością na działanie środków odładzających i na działanie paliw i olejów samochodowych.

Zalewa drogowa na gorąco przed wypełnieniem szczeliny powinna być podgrzana do temperatury wbudowania, zgodnie z zaleceniami producenta. Zalewa może być wygrzewana w bezpiecznej temperaturze wygrzewania, zgodnie z zaleceniami producenta.

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.

2.9.3. Profile elastyczne

Szczeliny poprzeczne powinny być wypełnione szczelnie dopasowanymi do szerokości szczelin profilami elastycznymi gumowymi (zamkniętymi lub otwartymi). 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 odładzających. Dolna część profilu powinna być uzbrojona w drut do wyciągania go ze szczeliny.

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. Wymagane są dokumenty potwierdzające dopuszczenie do zastosowania kordu w budownictwie drogowym.

2.10. Powierzchniowy opóźniacz wiązania cementu w betonie

Powierzchnia górnej warstwy, natychmiast po ułożeniu betonu, powinna być skropiona powierzchniowym opóźniaczem wiązania cementu w betonie, a następnie w tym samym cyklu technologicznym na powierzchnię górnej warstwy należy nanieść preparat powłokowy zabezpieczający beton przed szybką utratą wody. Dopuszcza się stosowania preparatu o

kompleksowym działaniu (połączenie funkcji środka opóźniającego oraz preparatu powłokowego do pielęgnacji). Wymaga się dokumentów potwierdzających dopuszczenie do zastosowania tych środków w budownictwie drogowym.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w STWiORB D-M 00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt. 3.

3.2. Sprzęt do układania geowłókniny

Do przenoszenia i układania geowłókniny Wykonawca powinien używać odpowiedniego sprzętu zalecanego przez producenta, nie powodującego 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 stacjonarnej typu ciągłego do wytwarzania mieszanek betonowych,
- zestawu maszyn, które mają własny napęd i w sposób ciągły rozścielają, 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.

Wytwórnia powinna być wyposażona w mieszalnik o działaniu ciągłym i o wydajności zapewniającej ciągłość produkcji, ciągłość prac na budowie oraz odpowiadający zalecanym warunkom co do sposobu mieszania i jego intensywności. Wydajność wytwórni powinna co najmniej o jedną trzecią przewyższać ilość betonu wymaganą do zapewnienia nieprzerwanego (ciągłego) poruszania się z planowaną prędkością zestawu maszyn wykonujących nawierzchnię. Należy zapewnić dokładność dozowania poszczególnych składników mieszanki. Wytwórnia powinna być wyposażona m.in. w:

- komputerowy system sterowania zapewniający spełnienie wymagań produkcji określonych w PN-EN 206,
- szybkie układy naważania i dozowania składników do produkcji mieszanki, które powinny posiadać ważne świadectwa legalizacji,
- system pomiaru wilgotności kruszyw przed mieszaniem,
- trzy oddzielne dozowniki dla każdej domieszki.

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

Wykonawca musi zapewnić zapasową wytwórnię mieszanki betonowej.

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

3.5. Zestaw maszyn do układania warstwy nawierzchniowej

Warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego powinna być układana za pomocą zestawu maszyn do wbudowywania mieszanki w deskowaniu przesuwym (ślizgowym) jednym przejściem na całej szerokości projektowanej jezdni.

Warstwa nawierzchniowa – płyta dwuwarstwowa dyblowana i kotwiona:

a) układarka 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 wgłębnych do zagęszczania mieszanki betonowej,
- automatyczne urządzenie do wwibrowywania dybli w dolną warstwę,
- urządzenie do wwibrowywania kotew w dolną warstwę,
- zespół napędowy podwozia gąsienicowego.

b) układarka 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 wgłębnych 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.

c) maszyna z pomostem do wykańczania nawierzchni wyposażona m. in. w:

- układ sterowania kierunkiem jazdy pomostu,
- mechaniczne urządzenie do spryskiwania środkiem opóźniającym wiązanie cementu i/lub 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 nasypianego gruntu) zabezpieczając ją przed skutkami działania wiatru.

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

Warstwa nawierzchniowa – płyta dwuwarstwowa o ciągłym zbrojeniu:

Do układania tego rodzaju warstwy nawierzchniowej może być zastosowany zestaw maszyn jak podany powyżej odpowiednio zmodyfikowany do potrzeb.

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,
- urządzenie do piaskowania (w przypadku konieczności dokonania miejscowych napraw makrotekstury),
- maszyna do mechanicznego nanoszenia preparatu powłokowego do pielęgnacji.

Wykonawca musi zapewnić dostępne na budowie zapasowe urządzenie do szczotkowania nawierzchni i do nanoszenia preparatu do pielęgnacji.

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 STWiORB D-M 00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt. 4.

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.

Mieszankę betonową należy przewozić samochodami ze stalowymi skrzyniami ładunkowymi.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania Robót

Ogólne zasady wykonania Robót podano w STWiORB D-M 00.00.00 „Wymagania Ogólne”, pkt. 5.

5.2. Zasady projektowania składu mieszanki betonowej

Skład mieszanki betonowej powinien być tak dobrany, aby zapewniał uzyskanie wymaganych właściwości projektowanego betonu nawierzchniowego oraz warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego, w przyjętych warunkach realizacji.

Każda mieszanka betonowa powinna być zaprojektowana z zastosowaniem minimum 3 frakcji kruszyw. Krzywe dobrego uziarnienia mieszanki kruszyw, które mogą być wykorzystane do projektowania określa tabela 7. Współczynnik woda/cement (w/c), określany jako stosunek efektywnej zawartości wody do zawartości cementu w mieszance, nie powinien być większy niż 0,45. 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 próbnych nie powinna być mniejsza niż 360 kg/m³ w przypadku betonu dolnej warstwy oraz 420 kg/m³ w przypadku warstwy z „odkrytym kruszywem”. Zaleca się, aby zawartość cementu oraz ziaren do 0,25 mm nie była większa niż 450 kg/m³, w przypadku mieszanki kruszyw do 8 mm dopuszcza się do 500 kg/m³. Sumaryczna zawartość alkaliów czynnych w składnikach mieszanki betonowej w żadnym przypadku nie może przekraczać 3 kg/m³. Zawartość chlorków w betonie nie powinna przekraczać maksymalnych wartości określonych w PN-EN 206. Konsystencja mieszanki betonowej powinna być dostosowana do warunków transportu oraz technologicznych warunków układania i zagęszczania. Konsystencja powinna być tak dobrana, aby po usunięciu deskowania ślizgowego krawędzie „świeżej” warstwy nie ulegały 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. Optymalna konsystencja mieszanki odpowiednia do prawidłowej pracy zastosowanego zestawu maszyn do układania nawierzchni powinna zostać określona przez Wykonawcę i zaakceptowana przez Inżyniera. 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 betonu średnia wytrzymałość na ściskanie f_{cm} próbek powinna być większa niż wartość f_{ck} z zapasem niezbędnym dla spełnienia kryteriów zgodności podanych w PN-EN 206 pkt.8.2.1., 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 STWiORB. Zaprojektowany przez Wykonawcę skład mieszanki może zostać skorygowany w czasie wykonywania próby technologicznej na wytypowanym odcinku. 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	wymiar kruszywa	wymiar kruszywa
	$D = 8 \text{ mm}$	$D = 22,4 \text{ mm}$	$D = 31,5 \text{ mm}$
45			100
31	-	100	90 ÷ 100
22	-	90 ÷ 100	-
16	-	73 ÷ 91	62 ÷ 86
11	100	-	-
8	90 ÷ 100	45 ÷ 67	38 ÷ 62
4	61 ÷ 76	28 ÷ 51	23 ÷ 47
2	37 ÷ 56	16 ÷ 38	14 ÷ 35
1	21 ÷ 39	9 ÷ 26	8 ÷ 24
0,5	11 ÷ 26	5 ÷ 17	4 ÷ 16
0,25	5 ÷ 13	2 ÷ 9	2 ÷ 8
0,125	0 ÷ 8	0 ÷ 7	0 ÷ 6

Tabela 8. Wymagana zawartość powietrza w mieszance betonowej

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

5.3. Wymagania wobec projektowanego betonu nawierzchniowego

Sklassyfikowane oddziaływania środowiska na beton nawierzchniowy określa tabela 9. Wyszczegółnione wymagania wobec projektowanego betonu do dolnej i górnej warstwy nawierzchni betonowej podano w tabeli 10.

Tabela 9. Środowisko betonu nawierzchniowego

Lp.	Warstwa betonu nawierzchniowego	Klasa ekspozycji wg PN-EN 206
1	2	3
1	górna	XF4
2	dolna	XF4

Tabela 10. Wymagania wobec betonu nawierzchniowego

Lp.	Właściwość betonu	Wymagania	Metoda badania
1	2	3	4
1	Gęstość, tolerancja w stosunku do betonu wg zatwierdzonej recepty	± 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 sześciennych), 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	<u>górna warstwa</u> Odporności na zamrażanie i rozmrażanie z udziałem soli odladzającej (m_{56} – średni ubytek masy na jednostkę powierzchni po 56 dniach, m_{28} – średni ubytek masy na jednostkę powierzchni po 28 dniach), wartości wymagane nie większe niż:	$m_{56} < 0,50 \text{ kg/m}^2$ i $m_{56} / m_{28} < 2$	PKN-CEN/TS 12390-9 (metoda „slab test”)
6	<u>dolna warstwa</u> 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	<u>górna warstwa</u> Odporność na wnikanie benzyny i oleju ⁽¹⁾ , nie więcej niż:	30 mm	PN-EN 13877-2 Zał. B
8	<u>dolna warstwa</u> Mrozoodporność F200 ⁽³⁾ , przy badaniu metodą bezpośrednią – ubytek masy próbki, nie więcej niż: – spadek wytrzymałości na ściskanie, nie więcej niż:	5 % 20 %	PN-B-06250

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.

³⁾ Badanie równoważne z badaniem Lp. 6.

5.4. Wymagania funkcjonalne wobec warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego

Wyspecyfikowane wymagania funkcjonalne wobec warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego podano w tabeli 11.

Tabela 11. Wymagania funkcjonalne dla nawierzchni betonowej

Lp.	Właściwości projektowanego betonu nawierzchniowego	Wymagania	Metoda badania
1	2	3	4
1	Gęstość, tolerancja w stosunku do betonu wg zatwierdzonej recepty	± 3,0 %	PN-EN 12390-7
2	Klasa wytrzymałości na ściskanie wg PN-EN 206-1, nie niższa niż: • - dla kategorii ruchu KR5÷KR7	C35/45	PN-EN 12390-3
3	Wytrzymałość betonu na zginanie w 28dniu ⁽²⁾ twardnienia (średnia z trzech próbek), nie niższa niż: - dla kategorii ruchu KR5÷KR7	5,5	PN-EN 12390-5
4	Wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu w 28 dniu ⁽²⁾ twardnienia (średnia z trzech próbek sześciennych), nie niższa niż: - dla kategorii ruchu KR5÷KR7	3,7	PN-EN 12390-6
5	Kategoria mrozoodporności wg PN-EN 13877-2 dla GWN z udziałem soli odladzającej, kategoria nie niższa niż • dla betonów w klasie ekspozycji XF4	FT2	PKN-CEN/TS EN 12390-9

6	Charakterystyka porów powietrznych w betonie: - zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3 mm (A ₃₀₀), % - wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie \bar{r} , mm • dla betonów w klasie ekspozycji XF4	$\geq 1,5$ $\leq 0,200$	PN-EN 480-11
7	Odporność na wnikanie benzyny i oleju ⁽¹⁾	≤ 30 mm	PN-EN 13877-2 Zał. B
8	Mrozoodporność F150, przy badaniu metodą bezpośrednią (dla DWN) • ubytek masy próbki, nie więcej niż, % • spadek wytrzymałości na ściskanie, nie więcej niż, %	5 20	PN-B-06250

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

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 STWiORB. 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 zaprojektowanego betonu nawierzchniowego, na podstawie zarobu próbnego / zarobu technologicznego 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 według PN-B-06714-34. Uwzględniając postanowienie zawarte w PN-B-06714-34 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.

5.6. Próba technologiczna na odcinku

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 gotowość do przeprowadzenia próby technologicznej na wytypowanym odcinku, proponując termin i lokalizację. Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić min. 1000 m². Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć takich materiałów oraz sprzętu do wytworzenia mieszanki betonowej, rozkładania i zagęszczania, jakie będą stosowane do wykonywania warstwy nawierzchniowej na kontrakcie.

Próba technologiczna na odcinku ma na 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 pielęgnacji i zastosowanego powierzchniowego opóźniacza wiązania 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 jakichkolwiek zmian źródeł materiałów lub składu mieszanek w trakcie realizacji robót należy wykonać mieszanki próbne w laboratorium oraz odcinek próbny, chyba że Inżynier zaakceptuje inne rozwiązanie.

5.6.2. Zakres badań

Podczas wykonywania próby technologicznej na odcinku próbnym należy wykonać badania:

a) 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 pobrać:

b) próbki do badań w celu sprawdzenia zgodności właściwości betonów w warstwie nawierzchniowej z wymaganiami określonymi w tabeli 10:

c) odwierty rdzeniowe, w celu sprawdzenia zgodności właściwości betonów w warstwie z wymaganiami określonymi w tabeli 11

d) przeprowadzić pomiar głębokości makrotekstury według PN-EN 13036-1, w celu sprawdzenia zgodności głębokości makrotekstury z wymaganiami określonymi w tabeli 23.

Uwaga: *) W przypadku betonu z cementem CEM II badanie należy wykonywać po 56 dniach twardnienia.

Wyżej wymienione badania przeprowadza Wykonawca oraz Zamawiający.

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 $+5^{\circ}\text{C}$ i nie wyższej od $+25^{\circ}\text{C}$ (w ciągu całej doby). Dopuszcza się wykonywanie nawierzchni betonowej w temperaturze powyżej $+25^{\circ}\text{C}$ pod warunkiem, że temperatura mieszanki betonowej nie przekroczy $+30^{\circ}\text{C}$. W przypadkach koniecznych dopuszcza się wyjątkowo, za zgodą Inżyniera, wykonywanie nawierzchni betonowej w temperaturze powietrza poniżej $+5^{\circ}\text{C}$ pod warunkiem stosowania zabiegów specjalnych pozwalających na utrzymanie temperatury mieszanki betonowej powyżej $+5^{\circ}\text{C}$ 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 pod warstwę 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. Orientacyjny czas mieszania po dodaniu wszystkich składników co najmniej: 50 sekund, w przypadku betonu dolnej warstwy oraz 70 sekund, w przypadku betonu górnej warstwy. Tolerancja dokładności dozowania składników powinna być taka, aby nie przekroczyć dopuszczalnej tolerancji współczynnika woda/cement (w/c) $\pm 0,02$.

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

Stosowany na wytwórni system kontroli produkcji mieszanki betonowej powinien być zgodny z ustaleniami zawartymi w PN-EN 206.

Wszystkie bębny betoniarek lub pojemniki do mieszania, nie wykorzystywane przez czas dłuższy niż 30 minut, należy oczyścić przed rozpoczęciem wykonywania następnego zarobu.

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 aluminiowymi 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 od wytwórni do miejsca jej wbudowania powinien być uzależniony od właściwości mieszanki betonowej i temperatury otoczenia. 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. Mieszanke po wyprodukowaniu należy jak najszybciej wbudować, to znaczy po upływie nie więcej niż 1 godziny (zależnie od temperatury) 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 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 wwbrować tak, aby zapewnić zagęszczenie betonu wokół prętów. Wwbrowanie prętów na głębokość określoną w Dokumentacji Projektowej następuje po rozłożeniu i zagęszczeniu betonu dolnej warstwy, a przed rozłożeniem betonu warstwy górnej. Dyble należy układać z zachowaniem dokładności rozstawu między dyblami ± 50 mm. Nie przekraczać tolerancji położenia dybli ± 20 mm w płaszczyźnie poziomej i pionowej na całej ich długości. 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 środka opóźniającego wiązanie. W przypadku nieplanowanej przerwy w wykonywaniu warstwy nawierzchniowej, należy wykonać szczelinę konstrukcyjną. Dokumentacja Projektowa powinna zawierać szczegóły, niezbędne w przyjętej realizacji, dotyczące odcinków przejściowych związanych ze zmianą rodzaju nawierzchni, z betonowej na bitumiczną.

Wszystkie szczegóły dotyczące wbudowania mieszanek betonowych w warstwę nawierzchniową w przyjętych warunkach realizacji Wykonawca powinien określić w STWiORB.

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 lub strumieniem wody o wysokim ciśnieniu, 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 mokrą powierzchnię betonu należy przeprowadzić tak szybko, jak to praktycznie możliwe po wyrównaniu i wykończeniu powierzchniową 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 żadaną 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. W tym samym cyklu technologicznym, po naniesieniu powierzchniowego opóźniacza wiązania cementu, należy nanieść preparat powłokowy zabezpieczający beton przed szybką utratą wody. Naniesiona powłoka powinna być przykryta 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 lub strumieniem wody. 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.

Natychmiast po zakończeniu teksturowania należy rozpocząć pielęgnację powierzchni i odsłoniętych krawędzi nawierzchni trwającą minimum 7 dni. Pielęgnację należy przeprowadzać przy użyciu dopuszczonych do stosowania preparatów наносzonych natryskowo lub folii polietylenowej. Preparaty powłokowe do pielęgnacji nie powinny wchodzić w reakcję z betonem, ani pękać, ani ulegać degradacji w okresie krótszym niż trzy tygodnie od ich zastosowania. 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.

Wszystkie szczegóły dotyczące teksturowania i pielęgnacji warstwy nawierzchniowej w przyjętych warunkach realizacji Wykonawca powinien określić w STWiORB.

Zaleca się monitorowanie warunków pogodowych na miejscu wykonywania warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego i wykorzystanie nomogramu, zamieszczonego w załączniku 2 do niniejszych STWiORB, 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 wypadku niesprzyjających warunków pogodowych Wykonawca powinien podjąć odpowiednie zabiegi zabezpieczające przed powstaniem spękań betonu.

5.13. Wykonanie szczelin w warstwie nawierzchniowej

Rozmieszczenie szczelin w warstwie nawierzchniowej z betonu cementowego powinna określać Dokumentacja Projektowa. 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 ściskanie w momencie rozpoczęcia nacinania powinna wynosić od 8 do 10 MPa. Orientacyjny czas rozpoczęcia nacinania szczelin w zależności od temperatury powietrza przedstawiono w tabeli 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 do osiągnięcia przez beton wytrzymałości 10 MPa	20÷30	15÷20	10÷15	6÷10

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 powinno się wykonywać po uzyskaniu przez beton wytrzymałość powyżej 12 MPa. Dokumentacja Projektowa / STWiORB powinna określać wymaganą szerokość i głębokość pierwszego oraz drugiego nacięcia. Krawędzie szczelin przy drugim nacięciu powinny być fazowane na głębokość ≤ 3 mm.

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 waleczek 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 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. Inżynier zatwierdza proponowane przez Wykonawcę materiały do wypełnienia szczelin.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości Robót

Ogólne zasady kontroli jakości Robót podano w STWiORB D-M 00.00.00 „Wymagania Ogólne”, pkt. 6.

6.2. Badania

6.2.1. Uwagi ogólne

Badania dzielą się na:

- badania Wykonawcy (w ramach własnego nadzoru),
- badania kontrolne (w ramach nadzoru Zamawiającego),
- badania kontrolne dodatkowe (w ramach nadzoru Zamawiającego),
- badania arbitrażowe.

6.2.2. Badania Wykonawcy

Badania Wykonawcy są wykonywane przez Wykonawcę lub jego zleceniobiorców celem sprawdzenie, czy jakość materiałów i wyrobów budowlanych stosowanych do wykonywania warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego spełnia wymagania określone w dokumentach kontraktowych. Wykonawca powinien wykonywać badania podczas realizacji kontraktu z niezbędną starannością oraz w wymaganym zakresie. Ich wyniki muszą być dokumentowane w protokołach i/lub sprawozdaniach. Wykonawca przedkłada wyniki badań Inżynierowi do zatwierdzenia. W przypadku stwierdzenia jakiegokolwiek niezgodności w stosunku do wymagań kontraktowych, Wykonawca jest zobowiązany niezwłocznie usunąć ich przyczyny. Wyniki badań Wykonawcy, Inżynier przedkłada Zamawiającemu na jego żądanie.

6.2.3. Badania kontrolne

Badania kontrolne są badaniami Zamawiającego, wykonywane przez Laboratorium Zamawiającego, 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 dokumentach kontraktowych. Wyniki tych badań stanowią podstawę odbioru Robót. Pobieraniem próbek do badań i wykonywaniem badań na miejscu budowy zajmuje się Zamawiający, w jego imieniu Inżynier oraz Laboratorium Zamawiającego, w obecności Wykonawcy. Pobieranie próbek oraz badania odbywają się również wtedy, gdy Wykonawca zostanie w porę powiadomiony o ich terminie, jednak nie będzie przy nich obecny. W przypadku gdy wyniki badań kontrolnych wykażą niespełnienie wymagań określonych w dokumentach kontraktowych, Inżynier wydaje polecenie Wykonawcy przedstawienie programu naprawczego. W ramach programu naprawczego Wykonawca jest zobowiązany wykonać skuteczne działania w celu trwałego usunięcia powstałej niezgodności oraz jej przyczyny. Inżynier zatwierdza program naprawczy.

6.2.4. Badania kontrolne dodatkowe

Wykonawca ma prawo wymagać przeprowadzenia badań kontrolnych dodatkowych, w przypadku uznania, że jeden z wyników badań kontrolnych nie jest reprezentatywny dla ocenianego odcinka budowy. Inżynier decyduje o konieczności przeprowadzenia badań kontrolnych dodatkowych. Zamawiający i Wykonawca decydują wspólnie o miejscach pobierania próbek i wyznaczeniu odcinków częściowych ocenianego odcinka budowy. 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 uwzględniane są wyniki badań kontrolnych i badań kontrolnych dodatkowych do wyznaczonych odcinków częściowych. Wykonawca ma prawo uczestniczyć przy przeprowadzaniu badań kontrolnych dodatkowych.

6.2.5. Badania arbitrażowe

Badania arbitrażowe są powtórzeniem badań kontrolnych, co do których istnieją uzasadnione wątpliwości ze strony Inżyniera lub Wykonawcy (np. na podstawie badań w ramach własnego nadzoru). Badania arbitrażowe na wniosek strony kontraktu wykonuje niezależne laboratorium, które nie wykonywało badań kontrolnych. Kompetencje laboratorium do wykonywania badania, które stanowi przedmiot arbitrażu powinny być potwierdzone certyfikatem Polskiego Centrum Akredytacji do wykonywania badania. Koszty badań arbitrażowych wraz ze wszystkimi kosztami ubocznymi ponosi strona, na której niekorzyść przemawia wynik badania.

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. niniejszej STWiORB .

6.4. Badania w czasie Robót związanych z betonowaniem

W czasie Robót Wykonawca powinien systematycznie wykonywać badania zgodnie z ustaleniami podanymi poniżej, a wyniki badań dostarczyć Inżynierowi do akceptacji. Wykonawca powinien wykonywać badania i pomiary z częstotliwością zapewniającą utrzymanie wymaganej jakości robót, lecz nie mniejszą niż określoną poniżej. Laboratorium Zamawiającego wykonuje badania kontrolne zgodnie ze zleceniami Inżyniera.

6.4.1. Badania składników mieszanki

6.4.1.1. Badania cementu

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

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

- 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.

Wyżej wymienione badania uzupełnione o normowe badanie wytrzymałości na ściskanie należy przeprowadzić w razie wątpliwości co do jakości cementu oraz na polecenie Inżyniera. Bezpośrednio przed użyciem cementu należy sprawdzić jego temperaturę.

6.4.1.2. Badania kruszyw

Przed rozładunkiem każdej dostawy należy sprawdzić dowód dostawy w celu 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.

Kontrolą należy objąć każdą frakcję, rodzaj i ilość kruszywa przeznaczonego do dziennej produkcji mieszanki 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.

Wyżej wymienione badania należy przeprowadzić również w razie wątpliwości co do jakości kruszywa oraz na polecenie Inżyniera. Pozostałe właściwości kruszyw określone w tabelach 4 i 5 powinny być okresowo badane na polecenia Inżyniera. Wykonawca powinien przeprowadzić bieżące oznaczenia aktualnej wilgotności kruszyw w celu ewentualnej korekty składu roboczego mieszanek betonowych.

6.4.1.3. Badania domieszek

Przed rozładunkiem każdej dostawy należy sprawdzić dowód 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 /dzienną działkę roboczą
2	Gęstość mieszanki	3 oznaczenia /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	1 badanie (3 próbki) / dzienną działkę roboczą
6	Wytrzymałość na zginanie betonu	1 badanie (3 próbki) / pierwszą dzienną działkę roboczą, następnie po 3 próbki/ dzienną działkę roboczą z 50 000 m ²
7	Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu betonu	1 badanie (3 próbki) / dzienną działkę roboczą
8	Gęstość betonu	1 badanie (3 próbki) / dzienną działkę roboczą
9	Odporność na zamrażanie i odmrażanie z udziałem soli odladzającej, dot. górnej warstwy	1 badanie (4 próbki) / pierwszą dzienną działkę roboczą, następnie po 4 próbki/ dzienną działkę roboczą z 30 000 m ²
10	Mrozoodporność betonu, dot. dolnej warstwy	1 badanie (12 próbek) / pierwszą dzienną działkę roboczą, następnie po 12 próbek/ dzienną działkę roboczą z 30 000 m ²
11	Charakterystyka porów powietrznych w betonie, dot. dolnej warstwy	1 badanie (2 próbki) / pierwszą dzienną działkę roboczą, następnie po 2 próbki/ dzienną działkę roboczą z 30 000 m ²

6.5. Badania odbiorcze warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego

Końcowa kontrola jakości wykonanej warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego obejmuje sprawdzenie:

- wizualne,
- właściwości funkcjonalnych,
- cech geometrycznych,
- właściwości przeciwpoślizgowych,
- nośność nawierzchni ,
- poprawności wypełnienia szczelin,
- położenia dybli i kotew,

- prawidłowości montażu elementów infrastruktury.

Laboratorium Zamawiającego wykonuje badania/pomiary kontrolne obejmujące sprawdzenie: właściwości funkcjonalnych, równości podłużnej, równości poprzecznej, makrotekstury, właściwości przeciwpślizgowych, nośności nawierzchni, położenia dybli i kotew.

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 warstwy nawierzchniowej

Sprawdzenie właściwości funkcjonalnych warstwy nawierzchniowej obejmuje badania/pomiary:

- łącznej grubości warstwy nawierzchniowej zgodnie z PN-EN 13863-3,
- gęstości betonu dolnej warstwy zgodnie z PN-EN 12390-7,
- wytrzymałości na ściskanie betonu dolnej warstwy zgodnie z PN-EN 12390-3,
- odporności na zamrażanie i odmrażanie z udziałem soli odładowej betonu górnej warstwy zgodnie z instrukcją stanowiącą załącznik nr 1 do niniejszych STWiORB, opracowaną na podstawie PKN-CEN/TS 12390-9,
- charakterystyki porów powietrznych w betonie dolnej warstwy zgodnie z PN-EN 480-11.

Wyżej wymienione badania wykonuje się na próbkach wycinanych z rdzeni, które należy odwieźć z warstwy nawierzchniowej nie wcześniej niż po 28 dniach. Lokalizację, częstotliwość oraz średnicę odwiertów rdzeniowych podano w tabeli 15. Odwiertów nie należy pobierać w miejscach zlokalizowanych w narożach płyt oraz w odległości najmniejszej niż 0,5 m od szczeliny. W tabeli 16 przedstawiono zakres badań na poszczególnych odwiertach rdzeniowych.

Tabela 15. Lokalizacja, częstotliwość oraz średnica odwiertów rdzeniowych

Lp.	Lokalizacja odwiertu rdzeniowego	Średnica odwiertu rdzeniowego	Minimalna częstotliwość poboru odwiertu rdzeniowego
1	jezdnia, na przemian prawy i lewy pas ruchu	100 mm	1 próbka co 2000 m
2	pas awaryjny	150 mm	1 próbka co 500 m

Tabela 16. Zakres badań na odwiertach rdzeniowych

Lp.	Średnica odwierconego rdzenia	Zakres badań/pomiarów wykonywanych na jednym odwiercie rdzeniowym	Metoda badań
1	150 mm	<p>miar łącznej grubości warstwy nawierzchniowej</p> <p>warstwa górna</p> <p>próbka H=50 mm wycinana z rdzenia do oznaczenia odporności betonu na zamrażanie i odmrażanie z udziałem soli odładowej;</p> <p>wycinane z co drugiego kolejnego rdzenia próbki H=50mm zostają zachowane w celu ewentualnego wykonania badania kontrolnego dodatkowego w</p>	PN-EN 13863-3
			PKN-CEN/TS 12390-9

		zakresie odporności betonu na zamrażanie i odmrażanie z udziałem soli odładowej;	
		warstwa dolna próbka H= 150 mm wycinana z rdzenia do oznaczenia gęstości oraz wytrzymałość na ściskanie	PN-EN 12390-3 PN-EN 12390-7
2	100 mm	pomiar łącznej grubości warstwy nawierzchniowej	PN-EN 13863-3
		warstwa dolna próbka wycinana z rdzenia do oznaczenia charakterystyki porów w betonie	PN-EN 480-11

Wykonawca jest zobowiązany do wypełnienia otworów po odwiertach, bezskurczową ekspansywną zaprawą doziarniając 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.

6.5.2.1. Grubość nawierzchni

Sprawdzenie łącznej grubości warstwy nawierzchniowej należy kontrolować w sposób ciągły metodą georadarową potwierdzoną odwiertami rdzeniowymi pobranymi z tej warstwy. Średnia grubość warstwy nawierzchniowej z całego odcinka nie powinna być mniejsza od grubości projektowanej. Maksymalna różnica grubości warstwy nawierzchniowej pojedynczego pomiaru i grubości projektowanej nie może przekraczać 10 mm.

6.5.2.2. Gęstość betonu

Sprawdzenie gęstości betonu dolnej warstwy należy przeprowadzić na nasyconych wodą próbkach walcowych $\varnothing=H=150$ 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.

6.5.2.3. Wytrzymałość na ściskanie

Sprawdzenie wytrzymałości na ściskanie betonu dolnej warstwy należy przeprowadzić na czterech próbkach walcowych $\varnothing=H=150$ mm na podstawie PN-EN 12504-1, PN-EN 12390-3. Oznaczenie wytrzymałości na ściskanie i gęstości należy przeprowadzić na tej samej próbce rdzeniowej. 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 zgodnie z tabelą 17. Jeśli wiek betonu w badanych próbkach rdzeniowych przekracza 28 dni, wówczas wyniki wytrzymałości na ściskanie należy skorygować. W tabeli 18 podano współczynniki poprawkowe uwzględniające wiek betonu, które należy zastosować do obliczenia wytrzymałości 28 dniowej według ZTV Beton – StB 07.

W odniesieniu do górnej warstwy przyjmuje się, że wytrzymałość na ściskanie betonu tej warstwy oceniana jest na podstawie badań próbek pobranych w czasie Robót.

Tabela 17. Współczynniki poprawkowe wytrzymałości na ściskanie próbek walcowych 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 18. 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÷59	1,00	1,00
60÷119	0,92	0,95
120÷364	0,88	0,93
365 i więcej	0,82	0,92

6.5.2.4. 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 walcowych $\varnothing=150$ mm i H=50 mm według instrukcji stanowiącej załącznik nr 1 do niniejszych STWiORB, opracowanej na podstawie PKN-CEN/TS 12390-9. W przypadku odwiertów rdzeniowych, łączna powierzchnia podlegająca ocenie odporności na zamrażanie i odmrażanie z udziałem soli odladzającej powinna wynosić 50 000 mm² zgodnie z SS 137244. Wynik oznaczenia, średnią z wyników oznaczeń na trzech próbkach walcowych $\varnothing=150$ mm, należy porównać z wymaganiami podanymi w tabeli 11.

6.5.2.5. Charakterystyka porów powietrznych w betonie

Sprawdzenie charakterystyki porów powietrznych w betonie dolnej warstwy należy przeprowadzić na próbkach walcowych $\varnothing=100$ mm na podstawie PN-EN 480-11. Wynik oznaczenia, średnią z dwóch wyników oznaczeń na próbkach badawczych, należy porównać z wymaganiami podanymi w tabeli 11.

6.5.3. Sprawdzenie cech geometrycznych warstwy nawierzchniowej

Sprawdzenie cech geometrycznych warstwy nawierzchniowej obejmuje pomiary:

- szerokości nawierzchni,
- równości podłużnej,
- równości poprzecznej,
- spadków poprzecznych,
- rzędnych wysokościowych,
- ukształtowania osi w planie,
- makrotekstury.

Częstotliwość pomiarów cech geometrycznych warstwy nawierzchniowej określa tabela 19.

Tabela 19. Częstotliwość pomiarów wykonanej warstwy nawierzchniowej

Lp.	Wyszczególnienie pomiarów	Minimalna częstotliwość
-----	---------------------------	-------------------------

		pomiarów
1	Szerokość nawierzchni	10 razy na 1 km
2	Równość podłużna	metodą profilometryczną w sposób ciągły
3	Równość poprzeczna	nie rzadziej niż co 5 m
4	Spadki poprzeczne *	10 razy na 1 km
5	Rzędne wysokościowe nawierzchni	co 25 m
6	Ukształtowanie osi w planie *	co 25 m
7	Makrotekstura	metodą profilometryczną w sposób ciągły, metodą objętościową nie rzadziej niż co 50 m
*) Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowanie osi w planie należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych		

6.5.3.2. Szerokość nawierzchni

Szerokość nawierzchni powinna być zgodna z dokumentacją projektową z tolerancją ± 3 cm.

6.5.3.3. Równość podłużna

Do oceny równości podłużnej nawierzchni betonowej placów, parkingów należy stosować metodę pomiaru ciągłego równoważną użyciu łaty i klina z wykorzystaniem planografu, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 02.03.1999 r. (Dz.U. Nr 43, poz. 430) z późniejszymi zmianami (Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 23.12.2015 r. (Dz.U. z 2016 poz. 124)). Wartość dopuszczalna odchyłań równości podłużnej przy odbiorze planografem (łatą i klinem) wynosi 9 mm.

6.5.3.4. Równość poprzeczna

Do oceny równości poprzecznej nawierzchni betonowej placów, parkingów należy stosować metodę równoważną użyciu łaty i klina, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 02.03.1999 r. (Dz.U. Nr 43, poz. 430) z późniejszymi zmianami (Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 23.12.2015 r. (Dz.U. z 2016 poz. 124)). Wartość dopuszczalna odchyłań równości poprzecznej przy odbiorze wynosi 9 mm.

6.5.3.5. Spadek poprzeczny nawierzchni

Spadki poprzeczne nawierzchni na prostych i łukach powinny być zgodne z dokumentacją projektową z tolerancją $\pm 0,2$ %.

6.5.3.6. Rzędne wysokościowe

Powinny być badane rzędne wysokościowe podłoża, podbudowy zasadniczej i powierzchni nawierzchni. Pomiar należy wykonać na siatce o rozmiarach 10 m x 10 m wraz ze sprawdzeniem rzędnych osi podłużnej jezdni i obu krawędzi. W przypadku odcinka o jezdni węższej niż 10 m należy sprawdzać rzędne osi podłużnej i obu krawędzi. Wartość dopuszczalnych odchyłań w stosunku do rzędnych projektowanych określa tabela 21. Wymaga się, aby 95 % zmierzonych rzędnych danej warstwy nie przekraczało dopuszczalnych odchyłań.

Tabela 21. Wartości dopuszczalnych odchyień w stosunku do rzędnych projektowanych (Dz. U. Nr 43, z 1999r, poz. 430)

Rodzaj warstwy konstrukcyjnej	Dopuszczalne odchylenia
1	2
Podłoże	-2 cm, +0 cm
Podbudowa zasadnicza	-1 cm, +0 cm
Warstwa nawierzchniowa	± 1 cm

6.5.3.7. Ukształtowanie osi w planie

Oś nawierzchni w planie powinna być usytuowana zgodnie z Dokumentacją Projektową z tolerancją ± 3 cm dla ciągu głównego i ± 5 cm dla miejsc postojowych.

6.5.3.8. Makrotekstura nawierzchni

Do oceny makrotekstury warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego należy stosować pomiar średniej głębokości makrotekstury MTD metodą objętościową zgodnie z PN-EN13036-1 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. Wymaganą makroteksturę określa tabela 22 przez zakres wartości dla 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 MTD 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 22. Wymagane zakresy wartości makrotekstury

Element nawierzchni	Wymagane zakresy makrotekstury [mm]	
	dla pojedynczych wyników	dla średnich wyników
Pasy ruchu zasadnicze i dodatkowe, pasy awaryjne	0,5 ÷ 1.5	0,6 ÷ 1.1
Pasy włączenia i wyłączenia, jezdnie łącznic i PPO	0,6 ÷ 1.5	0,8 ÷ 1.2

6.5.3. Sprawdzenie właściwości przeciwpoślizgowych warstwy nawierzchniowej

Do oceny właściwości przeciwpoślizgowe warstwy nawierzchniowej z betonu cementowego należy stosować Dziennik Ustaw poz. 329 z dnia 10 marca 2015 r.(z późniejszymi zmianami).

6.5.4. Sprawdzenie poprawności wypełnienia szczelin

Sprawdzenie rozmieszczenia szczelin należy sprawdzić w dwu, losowo wybranych miejscach na każde 1000 m odbieranego odcinka warstwy nawierzchniowej. Sprawdzeniu podlegają ponadto nietypowe miejsca rozmieszczenia szczelin przy mostach, przepustach, skrzyżowaniach lub w

miejskach montażu elementów infrastruktury. Dopuszczalna odchyłka lokalizacji szczeliny od określonej w Dokumentacji Projektowej nie może przekraczać ± 5 cm.

Prawidłowość wypełnienia szczelin lub ułożenia profili elastycznych należy sprawdzić w drodze oględzin i pomiarów 2 razy na 1 km.

Sprawdzenie poziomu wypełnienia szczelin zalewa drogową należy dokonać w co najmniej dwu miejscach na każde 1000 m długości odbieranego odcinka nawierzchni. Poziom zalewy w szczelinach powinien się mieścić w przedziale od 0 do -5 mm (menisk wklęsły). Nie dopuszcza się nadlewek i zalewy drogowej w szczelinach powyżej poziomu nawierzchni.

Sprawdzenie materiałów wypełniających i poprawności wypełnienia polega na oględzinach zewnętrznych i otwarciu na długości min. 10 cm dwóch losowo wybranych fragmentów szczelin na każde 1000 m długości odbieranego odcinka. W trakcie oględzin zewnętrznych i otwarcia szczeliny należy sprawdzić:

- adhezję zalewy do ścianek szczeliny; nie dopuszcza się odspojenia od ścianki,
- elastyczność wbudowanej zalewy; zalewa powinna być elastyczna bez oznak kruchości,
- wyjmowana ze szczeliny zalewa w każdym miejscu powinna być elastyczna bez oznak kruchości,
- elastyczność i rzędną zamontowania sznura uszczelniającego; dopuszcza się tolerancję wysokości montażu sznura w zakresie od 0 do 5 mm.

6.5.5. Sprawdzenie położenia dybli i kotew

Sprawdzenie położenia dybli i kotew przeprowadza się jeden raz na 1000 m wykonanej warstwy nawierzchniowej. Sprawdzenie przeprowadza się za pomocą miernika do określania położenia dybli i kotew. Dyble i kotwy muszą być rozmieszczone zgodnie z Dokumentacją Projektową, prostopadłe do szczeliny i równoległe do osi przesunięcia płyty. Środek dybla i kotwy powinien dokładnie wypadać po środku szczeliny dylatacyjnej. Głębokość zamocowania dybla i kotwy w betonie powinna być zgodna z Projektem, z tolerancją nieprzekraczającą wartości ± 20 mm. Odległość dybli i kotew od siebie powinna być jednakowa, z tolerancją wynoszącą ± 50 mm.

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. Dopuszczalna tolerancja wysokości wynosi od 0 do 4 mm.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWiORB DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 7.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiaru jest 1m² (metr kwadratowy) nawierzchni z betonu cementowego. Ilość robót określa się na podstawie Dokumentacji Projektowej z uwzględnieniem zmian zaaprobowanych przez Inżyniera i sprawdzonych w naturze. Obmiaru ilościowego nawierzchni z betonu cementowego dokonuje się w m² w stanie rodzimym

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWiORB D-M 00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt. 8.

Warstwę nawierzchniową należy uznać za wykonaną zgodnie z wymaganiami niniejszych STWiORB, jeżeli wyniki wszystkich badań i pomiarów kontrolnych oraz sprawdzeń, wymienionych w pkt.6, są pozytywne.

W przypadku stwierdzenia niezgodności z wymaganiami podanymi w niniejszych STWiORB, to każdy taki przypadek jest uznawany za wadę. Zamawiający ma prawo dokonać naliczenia potrąceń za stwierdzone wady na podstawie instrukcji DPT-14 część 2, o ile Wykonawca wyrazi na to pisemną zgodę. Jeżeli Wykonawca nie wyrazi zgody na naliczenie potrąceń, to jest zobowiązany każdą wadę usunąć na warunkach i w sposób zaakceptowany przez Zamawiającego, obmiar wykonywany na powierzchni środka wysokości warstwy.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w STWiORB DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 9.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania 1 m² nawierzchni betonowej obejmuje:

- prace pomiarowe,
- prace przygotowawcze,
- oznakowanie robót i jego utrzymanie,
- zakup i dostarczenie materiałów,
- wyprodukowanie mieszanki betonowej na podstawie zatwierdzonej recepty laboratoryjnej,
- transport mieszanki na miejsce wbudowania,
- oczyszczenie i przygotowanie podłoża,
- ustawienie deskowań,
- ułożenie i zagęszczenie warstwy nawierzchni wraz z jej pielęgnacją, zgodnie z wymaganiami STWiORB,
- wycięcie, oczyszczenie i wypełnienie materiałem uszczelniającym i poprzecznych szczelin, zgodnie z STWiORB,
- przeprowadzenie wymaganych pomiarów i badań laboratoryjnych mieszanki i nawierzchni,
- pielęgnacja wykonanej nawierzchni.

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 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-03007 Konstrukcje budowlane. Dokumentacja techniczna
23. PN-B-06250:1988 Beton zwykły

-
24. PN-B-06265:2004 Krajowe uzupełnienia PN-EN 206-1:2003 Beton Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
 25. PN-B-06714-34 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie reaktywności alkalicznej
 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 Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie charakterystyk wodoprzepuszczalności w kierunku prostopadłym do powierzchni wyrobu bez obciążenia
 32. PN-EN 12271 Powierzchniowe utwardzenie. Wymagania
 33. PN-EN 12271-3 Powierzchniowe utwardzenie. Wymagania techniczne – Część 3: Dozowanie i dokładność dozowania lepiszcza i kruszywa
 34. PN-EN 12272-1 Powierzchniowe utwardzenie. Metody badań – Część 1: Dozowanie i poprzeczny rozkład lepiszcza i kruszywa
 35. PN-EN 12350-1 Badania mieszanki betonowej – Część 1: Pobieranie próbek
 36. PN-EN 12350-2 Badania mieszanki betonowej – Część 2: Badanie konsystencji metodą opadu stożka
 37. PN-EN 12350-3 Badania mieszanki betonowej – Część 3: Badanie konsystencji metodą VeBe
 38. PN-EN 12350-4 Badania mieszanki betonowej – Część 4: Badanie konsystencji metodą oznaczenia stopnia zagęszczalności
 39. PN-EN 12350-5 Badania mieszanki betonowej – Część 5: Badanie konsystencji metodą stolika rozplwowego
 40. PN-EN 12350-6 Badania mieszanki betonowej – Część 6: Gęstość
 41. PN-EN 12350-7 Badania mieszanki betonowej – Część 7: Badanie zawartości powietrza. Metody ciśnieniowe
 42. PN-EN 12390-1 Badania betonu – Część 1: Kształt, wymiary i inne wymagania dotyczące próbek do badania i form
 43. PN-EN 12390-2 Badania betonu – Część 2: Wykonywanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych
 44. PN-EN 12390-3 Badania betonu – Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badania

-
45. PN-EN 12390-4 Badania betonu – Część 4: Wytrzymałość na ściskanie. Wymagania dla maszyn wytrzymałościowych
 46. PN-EN 12390-5 Badania betonu – Część 5: Wytrzymałość na zginanie próbek do badania
 47. PN-EN 12390-6 Badania betonu – Część 6: Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu próbek do badania
 48. PN-EN 12390-7 Badania betonu – Część 7: Gęstość betonu
 49. PKN-CEN/TS 12390-9:2007 Testing hardened concrete- Part 9: Freeze-thaw resistance - scaling
 50. PN-EN 12504-1 Badania betonu w konstrukcjach – Część 1: Pobieranie, ocena i badanie wytrzymałości na ściskanie
 51. PN-EN 12620 Kruszywa do betonu
 52. PN-EN 12850 Asfalty i lepiszcza asfaltowe - Oznaczanie wartości pH emulsji asfaltowych
 53. PN-EN ISO 12958 Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie zdolności przepływu wody w płaszczyźnie wyrobu
 54. PN-EN 13036-1 Cechy powierzchniowe nawierzchni drogowych i lotniskowych. Metody badań – Część 1: Pomiar głębokości makrotekstury metoda objętościową
 55. PN-EN 13036-7 Drogi samochodowe i lotniskowe. Metody badań – Część 7: Pomiar nierówności nawierzchni badanie liniałem mierniczym
 56. PN-EN 13249 Geotekstylia 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)
 57. PN-EN ISO 13473-1 Charakterystyka struktury nawierzchni przy użyciu profili powierzchniowych – Część 1: Określenie średniego profilu głębokości
 58. PN-EN 13670 Wykonywanie konstrukcji z betonu
 59. PN-EN 13808 Asfalty i lepiszcza asfaltowe - Zasady klasyfikacji kationowych emulsji asfaltowych
 60. PN-EN 13863-1 Nawierzchnie betonowe – Część 1: Metoda określania grubości nawierzchni metodą pomiarową
 61. PN-EN 13863-2 Nawierzchnie betonowe – Część 2: Metoda określania związania pomiędzy warstwami
 62. PN-EN 13863-3 Nawierzchnie betonowe – Część 3: Metoda określania grubości nawierzchni betonowej na podstawie odwiertów
 63. PN-EN 13877-1 Nawierzchnie betonowe – Część 1: Materiały
 64. PN-EN 13877-2 Nawierzchnie betonowe – Część 2: Wymagania funkcjonalne dla nawierzchni betonowych
 65. PN-EN 13877-3 Nawierzchnie betonowe – Część 3: Wymagania dla dybli stosowanych w nawierzchniach drogowych betonowych

66. PN-EN 14188-1 Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe - Część 1: Wymagania wobec zalew drogowych na gorąco
67. PN-EN 14188-2 Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe – Część 2: Wymagania wobec zalew drogowych na zimno
68. PN-EN 14188-3 Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe – Część 3: Wymagania wobec wkładek uszczelniających
69. PN-EN 14188-4 Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe – Część 4: Wymagania dla podkładów używanych w zalewanych złączach
70. PN-EN ISO 15630-1 Stal do zbrojenia i sprężania betonu. Metody badań. Część 1: Pręty, walcówka i drut do zbrojenia betonu
71. PN-B-19707 Cement. Cement specjalny. Skład, wymagania i kryteria zgodności
72. CEN/TR 16349:2012 Framework for a specification on the avoidance of a damaging Alkali-Silica Reaction (ASR) in concrete
73. ACI 308R-01: Guide to Curing Concrete (Reapproved 2008)
74. ASTM C 1260-14 Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method)
75. Svensk Standard SS 13 72 44:2005 Betongprovning – Hårdnad betong – Avflagning vid frysning
76. 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. ZTV Beton-StB 07 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton, FGSV 899, 2007 + korrektury, 2012
2. TP Beton-StB 10 Technische Prüfvorschriften für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton, FGSV 892, 2010 + korrekturblatt, 01.07.2010
3. Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych, załącznik do zarządzenia Nr 30 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014r.
4. WT-1 2014 Kruszywa. Wymagania Techniczne, załącznik do zarządzenia Nr 46 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 25.09.2014r.
5. WT-2 2014 część I Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania Techniczne, załącznik do zarządzenia Nr 54 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 18.11.2014r.
6. 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)
7. 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)

-
8. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004r. o wyrobach budowlanych (tekst jednolity Dz. U. z 2014 r., poz. 883)
 9. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004r. w sprawie deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. Nr 198, poz. 2041 z późn. zm.)
 10. 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. Nr 43, poz.430)
 11. 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. z 2015r., poz. 329)
 12. STWiORB D-M-00.00.00 Wymagania ogólne

Załącznik nr 1

Instrukcja oznaczania odporności betonu na powierzchniowe złuszczenie wskutek cyklicznego zamrażania-rozmrażania

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°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 $(18 \pm 2) \text{ kg}/\text{m}^3$ 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°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 szafkowa 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 $\pm 0,1 \text{ mm}$.

1.3. Przygotowanie próbek do badania

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

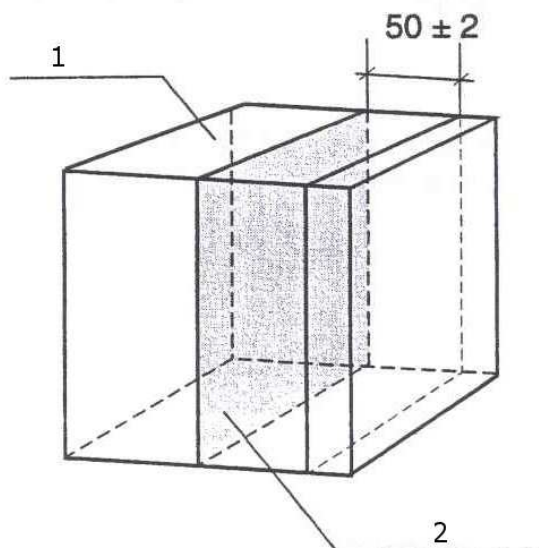
Pierwszego dnia po zabetonowaniu próbki sześciennie należy przechowywać w formach i zabezpieczyć przed wysuszeniem przez przykrycie folią polietylenową. Temperatura powietrza powinna wynosić $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Po (24 ± 2) godzinach próbki sześciennie należy wyjąć z form i umieścić w wannie z wodą wodociągową o temperaturze $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

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 górna przy betonowaniu
- 2 Powierzchnia badana

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

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 noniusem (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.

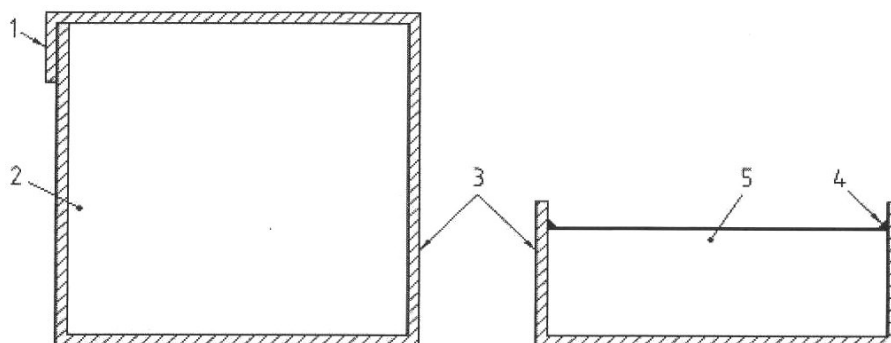
Gdy beton osiągnie wiek (25 ± 1) dni, na każdą powierzchnię płytki z wyjątkiem powierzchni badanej należy przykleić arkusz gumowy. Klejem lub silikonem należy wypełnić naroże pomiędzy betonem a arkuszem gumowym wzdłuż obwodu powierzchni badanej. Powierzchnia pozostała po nałożeniu kleju nie powinna być 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.



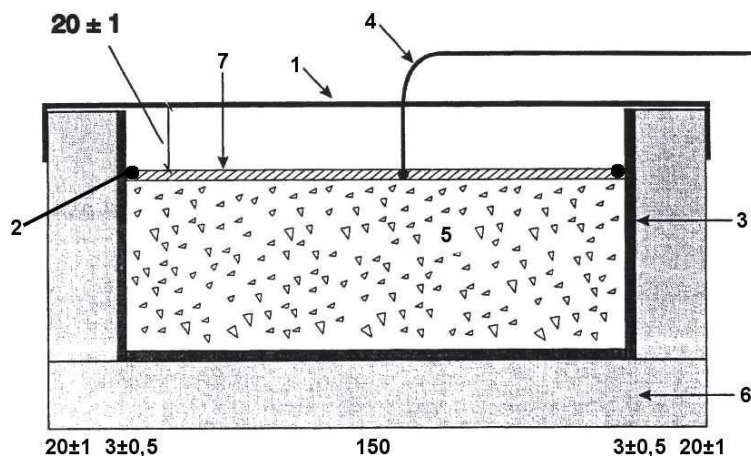
Legenda

- | | | | |
|---|---------------------|---|-----------------|
| 1 | Zakładka | 4 | Uszczelnienie |
| 2 | Powierzchnia badana | 5 | Próbka 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 ± 2) °C.

Wymiary w milimetrach



Legenda

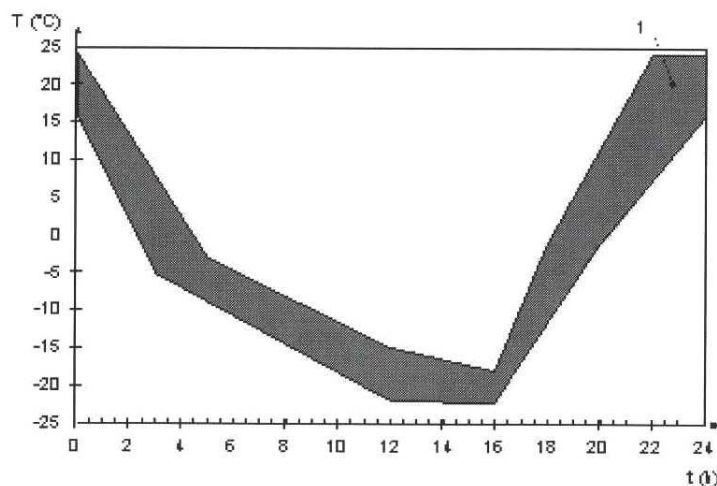
- | | | |
|---|---------------------|-------------------------------------|
| 1 | Folia z polietylenu | 4 Urządzenie do pomiaru temperatury |
| | | dotykające powierzchni badanej |
| 2 | Uszczelnienie | 5 Próbka płytkowa |
| 3 | Arkusz gumowy | 6 Izolacja termiczna |
| | | 7 Ciecz zamrażająca |

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

górną granicą		dolną granicą	
t w godz.	T w °C	t w godz.	T w °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.
- Wlać świeżą ciecz zamrażającą na powierzchnię badaną. W przypadku powierzchni badanej o wymiarach 150 mm x 150 mm potrzebne jest 67 ml cieczy.
- Odłożyć próbkę do zamrażarki.
- 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 materiał (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 materiał 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:

- odniesienie do niniejszej Specyfikacji Technicznej;
- pochodzenie i oznaczenie próbek;
- identyfikacja betonu;
- skład cieczy zamrażającej (1.2.8);
- sumaryczna masa złuszczonego materiału z każdej próbki oraz średnia wartość w kilogramach na metr kwadratowy, zaokrąglona z dokładnością do $0,02 \text{ kg/m}^2$, po (7 ± 1) , (14 ± 1) , (28 ± 1) , (42 ± 1) i 56 cyklach zamrażania-rozmrażania;
- 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:

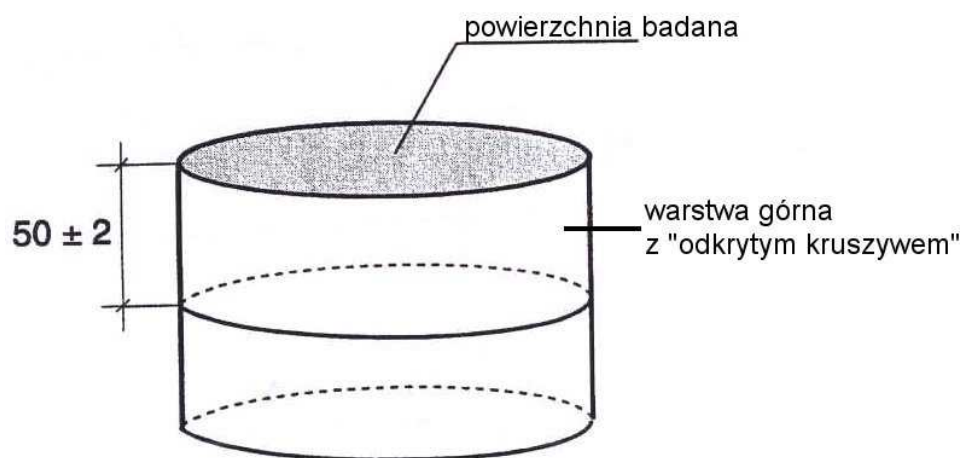
- a) Można zastosować inne wymiary próbki płytkowej, ale jej grubość zawsze powinna wynosić (50 ± 2) mm. Przykładowo, metoda może być wykorzystana do badania plastrów wyciętych z próbek-odwiertów pobranych z konstrukcji lub do badania wyrobów prefabrykowanych,
- b) Zamiast powierzchni wyciętych można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



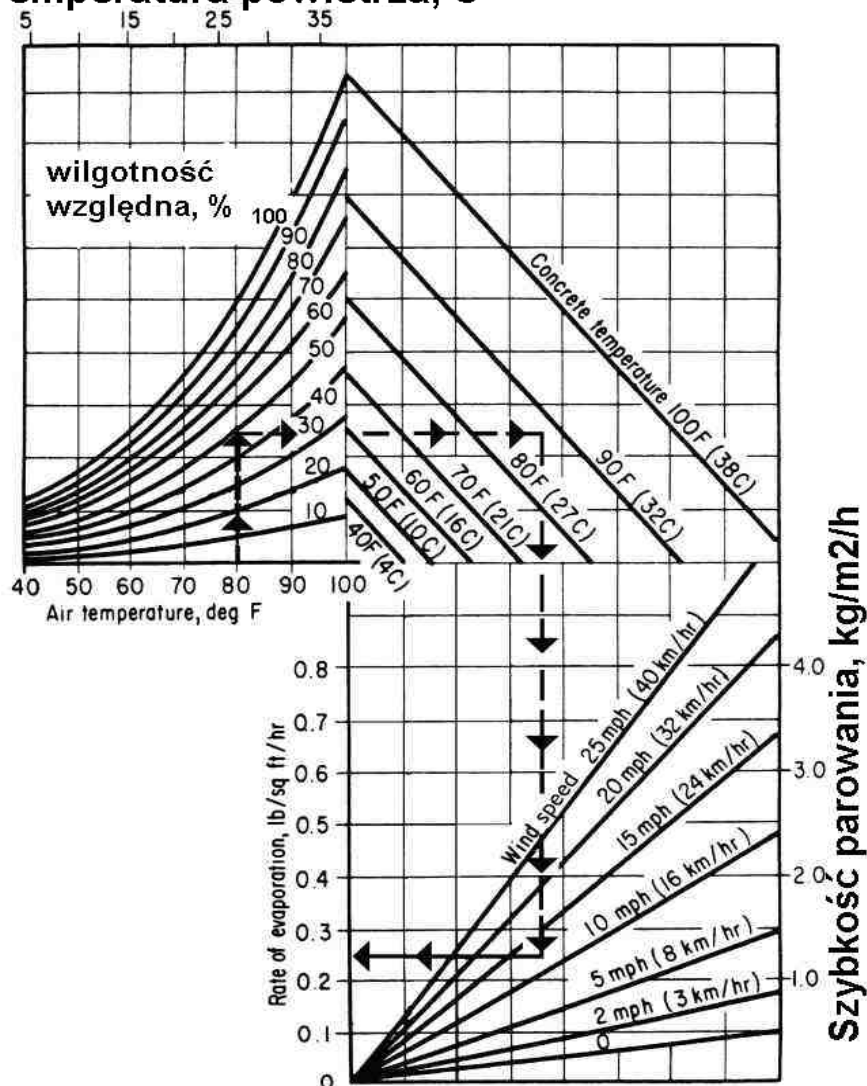
Rysunek 5 – Próbką odwiert rdzeniowy do badania

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 $\text{kg/m}^2/\text{h}$.

