

SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA

D.05.03.04-01

NAWIERZCHNIE BETONOWE – ZATOKI AUTOBUSOWE

1. Wstęp

1.1. Przedmiot Szczegółowej Specyfikacji Technicznej

Przedmiotem niniejszej SST są wymagania dotyczące wykonania i odbioru Robót budowlanych w ramach realizacji zadań utrzymaniowych.

1.2. Zakres Robót objętych SST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą wykonania robót wymienionych w p. 1.1, związanych z wykonaniem nawierzchni z betonu cementowego. Zakres rzeczowy obejmuje ułożenie nawierzchni betonowej klasy C 35/45 na zatokach autobusowych

1.3. Określenia podstawowe

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

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

Beton stwardniały - beton, który jest w stanie stałymi i który osiągnął pewien poziom wytrzymałości.

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

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

Klasa wytrzymałości betonu na ściskanie - określona jest na podstawie wytrzymałości charakterystycznej na ściskanie w 28 dniu dojrzewania i oznaczana symbolem np. C 35/45, w tym:

- liczba „35” oznacza wytrzymałość określoną na próbkach walcowych o średnicy 150mm i wysokości 300mm (fck,cyl).
- liczba „45” oznacza wytrzymałość określoną na próbkach sześciennych o boku 150mm (fck, cube).

Beton napowietrzony - beton zawierający dodatkowo wprowadzone powietrze w postaci pęcherzyków, w ilości nie mniejszej niż 3,5% objętości zagęszczonej masy betonowej, a powstałe w wyniku działania domieszek napowietrzających (uplastyczniających, upłynniających), dodanych do mieszanki betonowej.

Beton nawierzchniowy - beton napowietrzony o określonej wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu i mrozoodporności, wbudowany w nawierzchnię.

Domieszki napowietrzające - są to środki wprowadzone w celu otrzymania betonu napowietrzonego, wytwarzają w świeżym betonie mikropory powietrzne (średnica ich się waha w przedziale 20-300 µm), są rozłożone w odległościach 120-250 µm i otoczone cienką warstewką zaczynu.

Powstałe mikropory (przy odpowiedniej wielkości) mają istotne znaczenie dla odporności betonu na mróz i sole odladzające.

Domieszki plastyfikujące - preparaty zmniejszają wodożądność kruszywa oraz poprawiają urabialność betonu przy zmniejszonym dozowaniu wody lub zmniejszonej ilości cementu.

Domieszki upłynniające - superplastyfikatory mają działanie uplastyczniające w znacznie silniejszym zakresie niż domieszki plastyfikujące. Stosowane przede wszystkim do produkcji betonu drogowego o szybkim narastaniu wczesnej wytrzymałości.

Domieszki opóźniające - używane do wydłużenia czasu układania i zagęszczania betonu, opóźnienia początku wiązania cementu w warunkach wysokich temperatur, czy konieczności rozłożenia ekstremów temperaturowych powstających w procesie twardnienia betonu.

Preparaty pielęgnacyjne - produkty ciekłe służące do pielęgnacji świeżego betonu. Naniesione na jego powierzchnię, wytwarzają „powłokę” pielęgnacyjną, zabezpieczającą powierzchnię betonu przed odparowaniem wody.

Szczelina skurczowe poprzeczna (pozorna) - skurczowa umożliwia płytom skurcze, które mogą się pojawiać pod wpływem zjawiska chemicznych w czasie wiązania cementu i pod wpływem obniżania temperatury. Umożliwia również rozszerzanie płyt w takim zakresie, jaki umożliwia luz pomiędzy płytami. Szczelinę wycina się w twardniejącym betonie.

Szczeliny konstrukcyjne (poprzeczne) - wykonuje się na całej grubości płyty nawierzchni betonowej o szerokości jak szczeliny skurczowe poprzeczne.

Szczelina skurczowa podłużna (pozorna) - wycina się ją w twardniejącym betonie przy szerokości jezdni powyżej 6,0 m.

Masa zalewowa na gorąco - mieszanina składająca się z asfaltu drogowego, modyfikowanego dodatkiem kauczuku lub żywic syntetycznych, wypełniaczy i innych dodatków uszlachetniających, przeznaczona do wypełniania szczelin nawierzchni na gorąco.

Masa zalewowa na zimno - mieszanina żywic syntetycznych, jedno- lub dwuskładnikowych, zawierająca konieczne dodatki uszlachetniające i wypełniające, przeznaczona do wypełniania szczelin na zimno.

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

Sznur uszczelniający (kord) - wkładka z materiału syntetycznego lub innego materiału o walcowatym kształcie do wstępnego uszczelnienia; wciskana do szczeliny w celu uzyskania podparcia dla masy zalewowej, utrzymania odpowiedniej głębokości właściwego uszczelnienia i zabezpieczenia przed głębszym wnikaniem zalewy w trakcie wypełniania nią szczeliny oraz wyeliminowania trójpłaszczyznowej przyczepności zalewy w szczelinie.

Płyta betonowa - warstwa betonowa przeznaczona do przenoszenia obciążenia od ruchu pojazdów i odporna na warunki środowiskowe. Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w SST 00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

1.4. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w SST 00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

Wykonawca Robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, SST i poleceniami Zamawiającego. Niezbędne dane istotne z punktu widzenia:

- organizacji robót budowlanych;
- zabezpieczenia interesu osób trzecich;
- ochrony środowiska;
- warunków bezpieczeństwa pracy;
- zaplecza dla potrzeb Wykonawcy;

- warunków organizacji ruchu;
- zabezpieczenia chodników i jezdni, podano w SST 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

1.5. Wspólny Słownik Zamówień (CPV)

Kody grup, klas i kategorii robót Wspólnego Słownika Zamówień (CPV) dotyczących przedmiotu zamówienia podano w SST 00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

2. Materiały

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w SST.00.00.00. „Wymagania Ogólne”.

2.2. Cement

Do betonu w nawierzchni zaleca się stosować cement specjalny CEM I 42,5N HSR/NA wg normy PN-B-19707:2003 - odpowiadający wymaganiom zawartym w tabeli.1.

Tabela 1. Wymagania dla cementu CEM I 42,5N - HSR/NA klasy 42,5 N.

Lp.	Właściwości	Wymagania	Badanie wg
1	Wytrzymałość normowa po 28 dniach, MPa	$42,5 < R < 62,5$	PN-EN 196-1
2	Początek wiązania, min	> 60	PN-EN 196-3
3	Stołość objętości (rozszerzalność), mm	< 10	PN-EN 196-3
4	Strata prażenia	$< 5,0 \%$	PN-EN 196-2
5	Pozostałość nierozpuszczalna	$< 5,0 \%$	PN-EN 196-2
6	Zawartość siarczanów (jako SO_3)	$< 4,0\%$	PN-EN 196-2
7	Zawartość chlorków	$< 0,10\%$	PN-EN 196-21
8	Dla cementu CEM I 42,5N -HSR/	$C3A < 3\%$ Zawartość $Al_2O_3 < 3\%$	PN-EN 197-1
9	Dla cementu CEM I 42,5N -NA	$< 0,6\% Na_2O_{eq} = Na_2O + 0,658K_2O$	PN-EN 197-1
10	Zawartość C3A w procentach masy, górna wartość graniczna	$< 3,0$	PN-EN 196-2
11	Zawartość Al_2O_3 w procentach masy, górna wartość graniczna	$< 5,0$	PN-EN 196-2

Stosowanie cementu niskoalkalicznego NA, jest uzasadnione tylko w przypadkach gdy dla używanych kruszyw faktycznie stwierdzono potencjalną reaktywność alkaliczną.

Zgodność cementu z określoną normą, należy wykazać certyfikatem zgodności wydanym przez jednostkę certyfikującą.

2.3. Kruszywo

Kruszywo zastosowane do produkcji mieszanki betonowej powinno pochodzić ze skały macierzystej (magmaowej lub przeobrażonej) która została podzielona na ziarna wskutek mechanicznego kruszenia i odpowiada normie PN-EN 12620. Kruszywo powinno być składowane na powierzchni utwardzonej, każda frakcja w oddzielnym boksie (wykonanym z płyt betonowych) z tabliczką określającą uziarnienie. Kruszywo musi być pozbawione zanieczyszczeń obcych jak: fragmenty tkanin, drobnych kawałków drewna, fragmentów plastików itp. Jeżeli Zamawiający stwierdzi występowanie takich zanieczyszczeń, ma obowiązek zdyskwalifikować takie kruszywo i dać polecenie Wykonawcy do natychmiastowego usunięcia z placu składowego. Takie kruszywo nie może być zastosowane do

wytworzenia mieszanki betonowej.

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

- kruszywo drobne: 0/2 mm,
- kruszywo grube : 2/31,5 mm., lub 2/16 mm

Tabela 2. Wymagane właściwości kruszywa do nawierzchni z betonu cementowego

L.p	Właściwości	Norma badania	Dobór	Wymagania/ Kategoria	
				Kruszywo drobne	Kruszywo grube
				(*)	
1	Skład ziarnowy	PN-EN 933-1		GF85	GC90/15
2	Tolerancje uziarnienia	PN-EN 933-1	$D/d < 4$	-	GT15
			$D/d > 4$	-	GT17,5
3	Zawartość pyłu	PN-EN 933-1	-	f3	f1,5
4	Kształt ziarn	PN-EN 933-4	-	-	SI15/FI15
5	Odporność kruszywa (w górnej warstwie nawierzchni) na: polerowanie ścieranie powierzchniowe	PN-EN 1097-8		-	PSV53 deklarowana AAV 10 -
6	Odporność kruszywa na rozdrabnianie, kat. nie wyższa niż:	PN-EN 1097-2, rozdz. 5;			LA25
7	Odporność na działanie mrozu w roztworze NaCl 1%	PN-EN 1367-6	-	-	FNaCl 7
8	Reaktywność alkaliczna	PN-92/B-06714/46	-	stopień 0	stopień 0
9	Grube zanieczyszczenia lekkie	PN-EN 1744-1	-	m _{LPC} 0,1	m _{LPC} 0,1
10	Zawartość siarki całkowitej	PN-EN 1744-1	-	S1,0 S1,0 S1,0	
11	Gęstość ziaren	PN-EN 1097-6, rozdz. 7, 8 lub 9		Deklarowana przez producenta	
12	Gęstość nasypowa	PN-EN 1097-3		Deklarowana przez producenta	
13	Nasiąkliwość , kategoria	PN-EN 1097-6, zał. B,		WA24 1	WA24 1
14	Mrozoodporność, kat. nie wyższa niż	PN-EN 1367-1,		F lub MS18	F lub MS18
15	Stołość objętości - oznaczanie skurczu przy wysychaniu wg. PN-EN 1367-4	PN-EN 1367-4		WS<0,075%	WS<0,075%
16	Zawartość siarczanów rozpuszczalnych w kwasie, , kategoria	PN-EN 1744-1		AS0,2	AS0,2

(*) wymagania kruszywa w odniesieniu do wszystkich rodzajów betonu objętych niniejszą STWiORB

(**) kruszywo łamane uzyskiwane wyłącznie ze skały litej

Wymiary kruszywa powinny mieć D/d nie mniejsze niż 1,4.

Kruszywo łamane powinno odpowiadać zerowemu stopniowi potencjalnej reaktywności alkalicznej wg normy PN-B-06714.46.

W przypadku gdy kruszywo nie odpowiada zerowemu stopniowi należy przeprowadzić dodatkowe badania według norm PN-B-06714.34:1991

i PN-B-06714.34/Az1:1997. Na polecenie Zamawiającego, należy wykonać badania dodatkowe.

2.4. Woda

Zarówno do wytwarzania mieszanki betonowej jak i do pielęgnacji wykonanej nawierzchni betonowej należy stosować wodę spełniającą wymagania wody zarobowej do betonu wg PN-EN 1008. W przypadku zastosowania wody pitnej wodociągowej nie wymaga się badań wody

2.5. Domieszki do betonu

Do napowietrzania mieszanki betonowej należy stosować domieszki napowietrzające, zgodne z normą PN-EN 934-2:1999 lub Aprobata Techniczną.

Wykonywanie mieszanek betonowych z domieszkami napowietrzającymi oraz sposób oznaczania w nich zawartości powietrza, powinny być zgodne z PN-EN 12350-7:2001. Zalecaną zawartość powietrza w mieszance betonowej podano w tablicy 3.

Należy pamiętać, że wytrzymałość końcowa betonu napowietrzonego ulegnie obniżeniu (ok. 10%) i fakt ten przy opracowaniu receptury należy uwzględnić.

Tabela 3. Zalecana zawartość powietrza w mieszance betonowej

Maksymalna średnica ziaren kruszywa, mm	Zawartość powietrza (% ob .) w mieszance betonowej			
	bez domieszki uplastyczniającej		z domieszką uplastyczniającą	
	średnia dzienna	minimalna	średnia dzienna	minimalna
8	5,5	5,0	6,5	6,0
31,5	4,0	3,5	5,0	4,5

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

Należą do nich:

- domieszka uplastyczniająca - efektywnie redukuje ilość wody niezbędnej do otrzymania określonej konsystencji w zakresie 5-12%. Tym samym stosowanie plastyfikatorów zwiększa konsystencję mieszanki betonowej przy stałym wskaźniku w/c. Obniżenie ilości wody i utrzymanie konsystencji pozwala na zwiększenie wytrzymałości betonu a także poprawia jego trwałość poprzez zwiększenie mrozoodporności, szczelności i obniżenie nasiąkliwości.
W procesie produkcji mieszanki betonowej, plastyfikator należy wprowadzać w ilości 0,1-0,5% w stosunku do masy cementu. Przy doborze domieszki należy uwzględnić jej zgodność z cementem. Badanie zgodności należy wykonać w laboratorium i sprawdzić na odcinku próbnym.
- domieszki upłynniające - efektywnie redukuje ilość wody zarobowej powyżej 12%. Superplastyfikatory zwiększają konsystencję mieszanki betonowej w znacznie większym stopniu niż domieszki uplastyczniające. Wprowadza się je po ok. 30-60 sekundach po uprzednim wymieszaniu pozostałych składników mieszanki betonowej, zwykle w ilości 1,0-2,0% w stosunku do masy cementu. Niektóre rodzaje superplastyfikatorów charakteryzują się krótkim czasem działania 30-60 min. Aby wydłużyć efekt upłynnienia, można stosować pierwsze dozowanie podczas produkcji mieszanki na węźle a drugie bezpośrednio przed wbudowaniem mieszanki na placu budowy.
- domieszki opóźniające - wydłużają reakcję hydratacji. Są niezbędne w transporcie betonu na większą odległość w technologii betonowania ciągłego. Domieszki wprowadza się w trakcie produkcji betonu wraz z wodą zarobową.

Możliwe jest również dozowanie domieszki do mieszanki uprzednio przygotowanej która w wyniku opóźnienia (np. nie planowany postój betonowozu w korku ulicznym) nie została wbudowana i traci konsystencję. Warunkiem jest, aby mieszanka była na tyle plastyczna, by domieszka została równomiernie rozprowadzona w całej masie betonu. Wszystkie domieszki które ma zamiar Wykonawca stosować, powinny zostać załączone do projektu recepty przekazanej Zamawiającemu do zatwierdzenia.

Procedura techniczna i ilość dozowanych domieszek powinny być zgodne z ustaleniami odpowiednich dokumentów i instrukcji. Nie należy stosować równocześnie więcej niż 3 rodzajów domieszek.

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

2.6. Materiały do pielęgnacji

Do pielęgnacji świeżo ułożonej nawierzchni z betonu cementowego należy stosować preparaty powłokowe (hydrofobowe) białe, posiadające odpowiednie dokumenty dopuszczające wyrób do stosowania w robotach budowlanych.

Środki do pielęgnacji powinny posiadać dokumenty dopuszczające wyrób do obrotu zgodnie z zasadami określonymi w Ustawie o wyrobach.

2.7. Geowłóknina

Do wykonania warstwy poślizgowej ułożonej na podbudowie (z chudego betonu) należy zastosować materiał zgodny z PT. Zaleca się stosować:

- podwójną warstwę z geomembrany gładkiej z polietyleny o gr. 2 x 1 mm,
- lub geowłókninę która powinna być zgodna z PN-EN 13249 i powinna spełniać wymagania podane poniżej

Właściwości	Wymagania
Grubość przy 20 kN/m ² obciążenia	> 2 mm
Wytrzymałość na rozciąganie	> 10 kN/m
Odporność na alkalia	> 96 % PP/PE

2.8. Masa zalewowa do szczelin

Do wypełnienia szczelin podłużnych i poprzecznych używa się specjalnych mas zalewowych wbudowywanych na gorąco lub na zimno. Masy te powinny charakteryzować się dobrą spływnością i stabilnością w wysokich temperaturach, dobrą przyczepnością do zagruntowanych ścianek szczeliny, elastycznością w niskich temperaturach, odpornością na działanie środków odladzających oraz odpornością na działanie paliw i olejów samochodowych.

a. masy na zimno - o wymaganiach:

- temperatura mięknięcia nie mniejsza niż 65° C,
- penetracja w temperaturze 25° C od 40 do 60° Pen
- przyczepność do betonu (wytrzymałość na zrywanie) powinna być > 0,1 MPa,
- wytrzymałość na uderzenie w temperaturze (-20° C z wysokości nie mniejszej niż 25 cm - brak rys i pęknięć),
- zdolność do całkowitego wypełniania szczelin.

b. masy na gorąco - o wymaganiach:

Do uszczelniania „na gorąco” szczelin podłużnych i poprzecznych w nawierzchni z betonu cementowego należy stosować masy zalewowe - asfaltowe z dodatkiem wypełniaczy i odpowiednich polimerów

termoplastycznych (np. typu kopolimeru SBS), posiadające bardzo dobrą zdolność wypełniania szczelin, niską spływność w temperaturze +60° C, bardzo dobrą przyczepność do ścianek, a także dobrą rozciągliwość w niskich temperaturach. Masy zalewowe „na gorąco” są wbudowywane po uprzednim rozgrzaniu do stanu płynnego, który jest osiągany w temperaturze od 150 do 180°C. Masa zalewowa powinna posiadać ważny dokument dopuszczający Wyrób do robót budowlanych. Masa zalewowa powinna odpowiadać wymaganiom określonym w powołanych w tych dokumentach normach, a w przypadku ich braku lub niepełnych danych, powinna mieć cechy zgodne z poniższymi wskazaniami:

Tabela 4. Ogólne wymagania dla masy zalewowej do szczelin

Lp.	Właściwość	Wymaganie
1	zdolność wypełniania szczelin (na całej wysokości)	b. dobra
2	temperatura mięknienia PiK	> 85° C
3	sedymencja w temperaturze wypełniania	< 1% wag.
4	spływność w temperaturze 60° C po 5 godzinach	< 5 mm
5	odporność na działanie wysokiej temperatury (przyrost temperatury mięknienia PiK)	< 10°C
6	zmiany masy po wygrzewaniu w temperaturze 165° C/5 godz.	< 1% wag.
7	odporność na uderzenia w niskich temperaturach wg badania próbek uformowanych w kule, oziębionych do temperatury – 20° C i opuszczonych z wysokości 250 cm	3 spośród badanych 4 kul nie powinny wykazywać śladów uszkodzeń
8	Penetracja (stożkiem) w temperaturze +25° C	< 130 j. pen.
9	wydłużenie względne w temperaturze -20° C	> 15%

Poszczególne partie i rodzaje masy zalewowej powinny być składowane w zadaszonych pomieszczeniach oddzielnie w pojemnikach.

2.9. Materiały do posypywania zalewy

W celu szybkiego oddania do ruchu wykonanego uszczelnienia, a w związku z tym zapobieżenia przyklejaniu się gorącej zalewy do opon samochodowych, można posypać wierzch wypełnienia (zalewę) suchym, drobnoziarnistym sypkim materiałem (np. niezbrylonym cementem wg PN-EN 197-1:2002 lub suchą mączką kamienną wg PN-S-96504. Cement i mączka kamienna do posypywania zalewy powinny być składowane w zamkniętych, szczelnych workach lub pojemnikach i zabezpieczone przed zanieczyszczeniem oraz zawilgoceniem. Przechowywanie cementu powinno być zgodne z ustaleniami BN-88/6731-08, a mączki kamiennej z PN-S-96504.

2.10. Gruntownik

Gruntownik, zwiększający przyczepność zalewy do ścianek szczeliny, należy stosować w przypadkach zalecanych przez producenta zalewy. Preparat gruntujący szczelinę powinien z masą zalewową wzajemnie się tolerować. Gruntownik powinien odpowiadać wymaganiom określonym przez producenta zalewy, a w przypadku ich braku lub niepełnych danych, powinien mieć cechy zgodne ze wskazaniami w Tabeli 5.

Tabela 5. Ogólne wymagania dla gruntownika

Lp.	Właściwość	Wymaganie
1	konsystencja ciekła (do nakładania pędzlem lub natryskiem)	80 do 150 sekund wypływu z kubka Forda 0 4 mm
2	czas odparowania rozpuszczalnika	< 60 minut
3	próba rozciągania zalewy asfaltowej z gruntownikiem na modelu szczeliny w laboratorium, w temperaturze -20° C, przy rozszerzaniu szczeliny o 15%	zalewa nie powinna ulec oderwaniu od ścianek betonu

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

2.11. Kord – zastosowanie zgodnie z PT

W szczelinę (po wykonaniu drugiego cięcia poszerzającego) po oczyszczeniu i zagruntowaniu wkłada się kord w celu uszczelnienia i zmniejszenia wysokości szczeliny. Jest to sznur z materiału syntetycznego 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.

2.12. Profile elastyczne – zastosowanie zgodnie z PT

Profile elastyczne gumowe otwarte służące do wypełnienia (tylko) szczelin poprzecznych (po wykonaniu drugiego cięcia poszerzającego) mogą być zastosowane po zaakceptowaniu tego sposobu wypełnienia przez Zamawiającego.

Guma stosowana do wykonania profili powinna być odporna na spękania przy oddziaływaniu warunków atmosferycznych (wysokich i niskich temperatur), chemicznych środków odladzających. Dolna część profilu powinna być uzbrojona w drut do wyciągania go ze szczeliny. Profile powinny być szczelnie dopasowane do szerokości szczelin. Powinny posiadać dokumenty dopuszczające wyrób do obrotu zgodnie z zasadami określonymi w Ustawie o wyrobach.

3. Sprzęt

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

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

3.2. Sprzęt do wykonywania nawierzchni betonowych

Wykonawca przystępujący do wykonania nawierzchni betonowej powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- wytwórni stacjonarnej do wytwarzania mieszanki betonowej. Wytwórnia powinna być wyposażona w urządzenia do wagowego dozowania wszystkich składników, gwarantujące następujące tolerancje dozowania, wyrażone w stosunku do masy poszczególnych składników: kruszywo $\pm 3\%$, cement $\pm 0,5\%$, woda $\pm 2\%$.
- przewoźnych zbiorników na wodę (do pielęgnacji),
- układarek do rozkładania mieszanki betonowej,
- mechanicznych listw wibracyjnych do zagęszczania mieszanki betonowej,
- zagęszczarek płytowych, małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudno dostępnych

- pilarek do cięcia nawierzchni

4. Transport

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w SST D 00.00.00. „Wymagania ogólne”.

4.2. Transport materiałów

Transport cementu powinien odbywać się zgodnie z BN-88/6731-08. Cement luzem należy przewozić cementowozami, natomiast workowany można przewozić dowolnymi środkami transportu, w sposób zabezpieczony przed zawilgoceniem.

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

Masy zalewowe oraz preparaty powłokowe należy przewozić zgodnie z warunkami podanymi w świadectwach dopuszczenia.

4.3. Transport mieszanki betonowej

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

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

Przy średniej temperaturze 20° C, czas transportu (od chwili wytworzenia w wytwórni do czasu rozładunku na budowie) powinien trwać maksymalnie 45 min. Zmniejszenie czasu transportu dla temperatur powyżej 20° C, wynosi 3 min/°C. Mieszanki betonowe na górną i na dolną warstwę muszą być transportowane oddzielnymi samochodami. Liczba środków transportowych musi zapewnić ciągłą pracę zespołu układającego mieszankę betonową. Podczas transportu i oczekiwania na rozładunek, mieszanka betonowa powinna być skutecznie zabezpieczona przed nadmierną utratą wilgotności. Wykonawca musi uzyskać akceptację Zamawiającego na zgłoszone środki transportu oraz na harmonogram dostaw.

5. Wykonanie robót

5.1. Ogólne zasady wykonania Robót

Ogólne zasady wykonania Robót podano w SST D 00.00.00. „Wymagania Ogólne”.

5.2. Projektowanie mieszanki betonowej

Przed przystąpieniem do wykonywania nawierzchni betonowej w terminie uzgodnionym z Zamawiającym Wykonawca dostarczy Zamawiającemu do zatwierdzenia projekt składu mieszanki betonowej wraz z wynikami badań laboratoryjnych z wykonanych zarobów próbnych oraz deklaracje, certyfikaty zgodności wydane przez producentów kruszyw i cementu. Na etapie sprawdzenia recepty powinny być wykonane badania, określone w:

- p.2.2. Cement
- p.2.3. Kruszywa
- p.2.4. Woda
- p.2.5. Domieszki
- p.5.3. Właściwości betonu

Projektowanie mieszanki betonowej polega na:

- doborze kruszywa do mieszanki,
- doborze ilości cementu,
- doborze ilości wody,
- doborze domieszek.

Krzywe uziarnienia mieszanki mineralnej powinny mieścić się w polu dobrego uziarnienia wyznaczonego przez krzywe graniczne. Rzędne krzywych granicznych uziarnienia mieszanki mineralnej podano w tablicy 6.

Tabela 6. Krzywe graniczne uziarnienie mieszanki kruszyw

Bok oczka sita, mm	Przechodzi przez sito [%]		
	Kruszywo 0-8mm	Kruszywo 0-16 mm	Kruszywo 0-31,5 mm
31,5,0			100
16,0		100	62-80
8,0	100	60-76	38-62
4,0	61-74	36-56	23-47
2,0	36-57	21-42	14-37
1,0	21-42	12-32	8-28
0,5	14-26	7-20	5-18
0,25	5-11	3-8	2-8

Podczas projektowania składu betonu należy wykonać próbné zaroby w celu sprawdzenia właściwości mieszanki betonowej zgodnie z wymaganiami niniejszej STWiORB ,w następującym zakresie:

- oznaczenie konsystencji.
Konsystencja mieszanki betonowej powinna być dostosowana do warunków transportu oraz technologicznych warunków układania i zagęszczania. Dopuszcza się konsystencję V2 ÷ V4 sprawdzaną metodą Ve-Be zgodnie z PN-EN 12350-3:2001 lub konsystencję S1 ÷ S2 sprawdzaną metodą stożka opadowego wg PN-EN 12350-2:2001.
- oznaczenie zawartości powietrza zgodnie z PN-EN 12350-7:2001, dopuszczalna zawartość powietrza w mieszance betonowej nie powinna być większa od wartości podanych w tabeli 6
Stosunek w/c powinien być mniejszy od 0,45 przy czym jego wartość należy dostosować do warunków wykonania i utrzymania nawierzchni. Zaleca się, aby zawartość ziaren mniejszych od 0,25 mm (cementu, pyłów, piasku) w 1m³ mieszanki betonowej mieściła się w przedziale 450-520 kg. Ponadto mieszanka betonowa powinna spełniać warunek maksymalnej zawartości alkaliów, która powinna być mniejsza od 3 kg/m³.

5.3. Właściwości betonu

Tablica 7. Wymagane parametry dla betonu nawierzchniowego dla warstwy górnej i dolnej

L.p	Badana cecha	Symbol	Wymagania	Norma dotycząca procedur badań	Formy
1	Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach nie mniej niż:	$f_{c, cube}$	wartość średnia: 49 MPa wartość minimalna: 41 MPa	PN-EN 12390-2 PN-EN 12390-3	150x150x150mm
2	Wytrzymałość na zginanie po 28 dniach twardnienia, nie niższa niż, MPa	f_{cf}	klasa F 5,5	PN-EN 12390-5	150x150x600mm
3	Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu po 28 dniach twardnienia, nie niższa niż, MPa	f_{ct}	klasa S 4,0 wartość średnia: 4,5 MPa wartość minimalna: 3,5 MPa	PN-EN 12390-6	d=150, h=300mm
4	Mrozoodporność		kategoria FT2	P-EN 12390-9	
5	Gęstość (tolerancja w stosunku do betonu wg. zatwierdzonej recepty)		$\pm 1,5 \%$	PN-EN 12390-7	
6	Odporność na wnikanie benzyny i olejów (przy wysokim ryzyku pojawienia się na płycie paliwa lub oleju)		< 30 mm	PN-EN 13877-2	

Wbudowany beton powinien odpowiadać klasie wytrzymałości na ściskanie C35/45 (oraz klasie ekspozycji-XF4 wg PN-EN 206-1 przy minimalnej zawartości cementu 430 kg/m³).

5.4. Warunki przystąpienia do robót

5.4.1. Warunki pogodowe

Nawierzchnia betonowa nie powinna być wykonywana gdy temperatura powietrza jest niższa niż 5°C i wyższa niż 25°C. Dopuszcza się wykonywanie nawierzchni betonowej w temperaturze powyżej +25°C pod warunkiem, że temperatura mieszanki betonowej nie przekroczy +30°C. W przypadkach koniecznych dopuszcza się wykonywanie nawierzchni betonowej w temperaturze powietrza poniżej +5°C pod warunkiem stosowania zabiegów specjalnych, pozwalających na utrzymanie temperatury mieszanki betonowej powyżej +5°C przez okres co najmniej 3 dni. Przy temperaturze powietrza 0°C betonowanie należy przerwać. Przestrzeganie tych przedziałów temperatur zapewnia prawidłowy przebieg hydratacji cementu i twardnienia betonu, co gwarantuje uzyskanie wymaganej wytrzymałości i trwałości nawierzchni. Betonowania nie można wykonywać podczas opadów deszczu. Dopuszczalny zakres temperatury mieszanki betonowej i temperatury powietrza podano w tablicy 8.

Tablica 8. Zakres temperatur dla wykonywania nawierzchni betonowej

Temperatura powietrza t_p , °C	Temperatura układanej mieszanki betonowej t_b , oC	Uwagi
+ 5 < t_p < + 25	+5 < t_b < +30	dopuszcza się prowadzenie robót
+ 25 < t_p < + 30	t_b < +30	stosowanie specjalnych zabiegów

Podczas układania nawierzchni betonowej prędkość wiatru nie powinna wynosić więcej niż 16 m/s.

5.5. Przygotowanie podłoża

Podłożem nawierzchni betonowej jest warstwa z chudego betonu wg STWiORB D.04.06.01.

5.5.1. Warstwa z geowłókniny

Pomiędzy betonem cementowym a podbudową z chudego betonu należy ułożyć warstwę przeciwpękaniową z geowłókniny lub geomembrany o właściwościach jak w pkt. 2.7. Sposób mocowania geowłókniny Wykonawca przedstawi Zamawiającemu do akceptacji. Geowłóknina po przymocowaniu powinna dokładnie przylegać do podłoża i przed ułożeniem warstwy betonu nawierzchniowego należy zwilżyć ją wodą. Niedopuszczalne są sfaldowania, pęcherze powietrza, na jej powierzchni nie mogą istnieć zastoiska wody. Zakładki w obu kierunkach winny wynosić $20\text{ cm} \pm 5\text{ cm}$ z maksymalnie 3 warstwami zachodzącymi na siebie. Na krawędzi nawierzchni geowłóknina powinna zostać ułożona szerzej o $10\text{ cm} \pm 5\text{ cm}$.

5.6. Wytwarzanie mieszanki betonowej

Mieszanki betonowe o ściśle określonym składzie zawartym w recepcie laboratoryjnej, należy wytwarzać w wytwórniach betonu, zapewniających ciągłość produkcji i gwarantujących otrzymanie jednorodnej mieszanki. Składniki betonu powinny być dozowane elektronicznie zgodnie z tolerancjami określonymi w pkt. 3. Mieszanka po wyprodukowaniu powinna być od razu transportowana na miejsce wbudowania w sposób zabezpieczający przed segregacją i wysychaniem.

5.7. Wbudowywanie i zagęszczanie mieszanki betonowej

Wbudowywanie mieszanki betonowej może odbywać się:

- w deskowaniu przesuwным ślizgowym,
- w deskowaniu stałym w prowadnicach (wyjątkowo),
- w deskowaniu stałym ręcznie, z zagęszczaniem listwą wibracyjną (w sytuacjach dopuszczonych przez Zamawiającego).

Nawierzchnia powinna być wykonywana jednowarstwowo. Konstrukcja nawierzchni powinna być zgodna z Dokumentacją Projektową.

Wbudowywanie mieszanki betonowej w nawierzchnię należy wykonywać mechanicznie, przy zastosowaniu odpowiedniego sprzętu, zapewniającego równomierne rozłożenie masy oraz zachowanie jej jednorodności, zgodnie z wymaganiami normy PN-85/S-96015. Do zagęszczenia mieszanki betonowej należy stosować mechaniczne urządzenia wibracyjne, zapewniające jednolite zagęszczenie. Świeżo zagęszczonej nawierzchni betonowej należy nadać teksturę. Wykonawca przedstawi Zamawiającemu do zaakceptowania wybrany sposób nadania tekstury zgodnie z SST. Dopuszcza się ręczne wbudowywanie mieszanki betonowej, przy układaniu małych powierzchni o nieregularnych kształtach, po uzyskaniu zgody Zamawiającego. Mieszankę betonową należy wbudować i zagęścić przed rozpoczęciem wiązania cementu z zapasem min. 15 minut.

5.8. Wbudowywanie w deskowaniu stałym

Wbudowywanie mieszanki betonowej w deskowaniu stałym odbywa się za pomocą maszyn poruszających się po prowadnicach. Prowadnice powinny

być przytwierdzone do podłoża w sposób uniemożliwiający ich przemieszczanie i zapewniający ciągłość na złączach. Powierzchnie styku deskowań z mieszanką betonową muszą być gładkie, czyste, pozbawione resztek stwardniałego betonu i natłuszczone olejem mineralnym w sposób uniemożliwiający przyczepność betonu do prowadnic.

Ustawienie prowadnic winno być takie, ażeby zapewniało uzyskanie przez nawierzchnię wymaganej niwelety i spadków podłużnych i poprzecznych.

5.9. Wbudowywanie w deskowaniu przesuwym

Wbudowywanie mieszanki betonowej dokonuje się rozkładarką, która przesuając się formuje płytą betonową, ograniczając ją z boku deskowaniem ślizgowym. 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 przewibrowywania mieszanki betonowej. Ruch układarki powinien być płynny, bez zatrzymań, co zabezpiecza przed powstawaniem nierówności. W przypadku nieplanowanej przerwy w betonowaniu, należy na nawierzchni wykonać szczelinę roboczą. Powierzchnia ułożonej mieszanki musi być równa i zamknięta. Skrapianie wodą przed i po zagęszczeniu, zacieranie szczotką w celu łatwiejszego zamknięcia powierzchni betonu lub dodatkowe pokrywanie powierzchni zaprawą cementową jest niedopuszczalne. Mieszankę betonową należy rozłożyć nie później niż 45 minut po jej wyprodukowaniu, a proces wbudowywania i zagęszczania zakończyć przed rozpoczęciem wiązania. Zalecana prędkość przesuwu układarki powinna wynosić ok. 1,5 m/min i zależna jest od typu układarki oraz danych z odcinka próbnego. Miejsca połączeń nawierzchni betonowej z elementami infrastruktury drogowej (np. studzienki kanalizacyjne, telefoniczne, elementy prefabrykowane, krawężnik), należy uszczelnić (na całej grubości nawierzchni betonowej) taśmami bitumicznymi samoprzylepnymi o grubości 10 mm.

5.10. Wbudowanie mieszanki betonowej w warunkach odbiegających od przeciętnych

5.10.1. Warunki realizacji Robót odbiegające od przeciętnych

Do warunków odbiegających od przeciętnych podczas realizacji Robót, należy zaliczyć:

- gdy temperatura powietrza wynosi poniżej +5°C - wówczas należy podjąć specjalne środki zabezpieczające tj. :
 - zwiększenie zawartości cementu
 - zastosowanie cementu o wyższej wytrzymałości początkowej
 - podgrzewanie dodawanej wody lub podgrzewanie kruszywa do betonu

Dodawaną wodę o temperaturze przekraczającej 70° C, należy mieszać z kruszywem przed dodaniem cementu

- gdy temperatura powietrza wynosi powyżej +25°C, należy kontrolować temperaturę świeżego betonu w miejscu wbudowywania. Temperatura ta nie może przekroczyć 30°C. W celu zapobieżenia niekorzystnym wpływom wysokich temperatur na beton, należy zastosować środki zapobiegawcze tj.:
 - ochłodzenie podłoża przez nawilżenie
 - zraszanie grubego kruszywa wodą

Realizacja robót betonowych w warunkach obniżonej temperatury (poniżej 5°C) lub podwyższonej (powyżej 25°C), jest dopuszczalna w razie konieczności dokończenia istotnych fragmentów robót.

W wypadku wystąpienia niespodziewanych opadów atmosferycznych należy wstrzymać realizację robót betonowych a wykonane odcinki zabezpieczyć. Jeżeli na jakimś odcinku, opady spowodowały uszkodzenie powierzchni, taki fragment ułożonej nawierzchni należy rozebrać i ułożyć ponownie na koszt Wykonawcy.

5.11. Prace związane z nadaniem ostatecznej tekstury nawierzchni

Po ułożeniu nawierzchni, jej zagęszczeniu należy wygładzić nawierzchnię za pomocą deski mechanicznej lub ręcznie .

Po wykonaniu tej czynności nawierzchni nadaje się odpowiednią teksturę. Teksturowanie w celu uzyskania odpowiedniej szorstkiej nawierzchni można przeprowadzić jedną z niżej wymienionych metod:

- ręczne lub mechaniczne przeciąganie w kierunku podłużnym (równoległym do osi jezdni) tkaniny jutowej;
- przecieranie świeżo ułożonej mieszanki betonowej stalową szczotką o szerokości od 0,45 do 0,7 m , składającej się z dwóch rzędów wiązek ze stali sprężynującej; przecieranie szczotką należy wykonać w kierunku prostopadłym do osi jezdni;
- rowkowanie poprzeczne za pomocą widełek metalowych;
- przeciąganie juty lub rowkowanie podłużne za pomocą grzebieni lub widełek ciągnionych za jutą, rozstaw grzebieni ok 15 mm
- opóźnianie hydratacji cementu w górnej warstwie świeżo ułożonej nawierzchni, a następnie wypłukanie nawiazanej warstwy zaprawy cementowej strumieniem wody lub wyszczotkowanie.

Wybrana przez Wykonawcę metoda powinna pozwolić na zapewnienie wymaganego współczynnika tarcia nawierzchni i powinna zostać zaakceptowana przez Zamawiającego po przedstawieniu wyników współczynnika tarcia otrzymanego na odcinku referencyjnym.

5.12. Pielęgnacja nawierzchni

Po zakończeniu teksturowania, ciągle jeszcze świeży beton wymaga pielęgnacji przez okres minimum 7dni. W tym celu koniecznym jest, pokrycie powierzchni betonu preparatem hydrofobowym białym (za pomocą urządzenia mechanicznego). Taka metoda jest skuteczna i najmniej pracochłonna.

Preparat pielęgnacyjny, musi posiadać ważny dokument dopuszczający wyrób do stosowania w budownictwie. Ilość preparatu powinna być zgodna z zaleceniami producenta. Preparatem pielęgnacyjnym należy również pokryć boczne powierzchnie płyt. W przypadkach słonecznej, wietrznej i suchej pogody (wilgotność powietrza poniżej 60%) powierzchnia betonu powinna być - mimo naniesienia preparatu pielęgnacyjnego - dodatkowo pielęgnowana wodą. Inne sposoby pielęgnacji nawierzchni wymagają aprobaty Zamawiającego. Ruch kołowy po wykonanej nawierzchni jest możliwy po osiągnięciu przez beton wymaganej wytrzymałości 28 dniowej stwierdzonej „in situ”.

5.13. Nacinanie szczelin

Rodzaje i rozmieszczenie szczelin w nawierzchni powinno być zgodne z Dokumentacją Projektową. Ze względu na usytuowanie, szczeliny dzielą się na podłużne i poprzeczne.

5.13.1. Szczeliny podłużne (skurczowe pozorne) - stosuje się przypadku jezdni o szerokości większej od 6,0m. Rozstaw szczelin podłużnych powinien pokrywać się z pasami ruchu z uwzględnieniem opasek Ponadto, szczelina podłużna nie powinna pokrywać się ze śladami kół. Odległość szczeliny od prawdopodobnego przebiegu śladu kół powinna wynosić od 0,75 do 1,0 m.

Szczeliny podłużne należy wykonywać przez nacinanie stwardniałego betonu tarczowymi piłami mechanicznymi. Nacinanie szczelin powinno się odbywać

w dwóch etapach:

- pierwsze cięcie, w czasie od 8 do 24 godzin po ułożeniu nawierzchni (gdy beton uzyskuje wytrzymałość od 8 do 10 MPa) wykonuje się tarczą grubości 3 mm na głębokość 1/3 grubości nawierzchni, tj. ok. 9 cm.
- drugie cięcie, mające na celu poszerzenie szczeliny, wykonuje się w terminie późniejszym gdy beton osiągnie wytrzymałość powyżej 12 MPa do szerokości 8 mm i głębokości 2,7 cm - w przypadku szczeliny wypełnionej kordem i zalewanej masą na gorąco.

Orientacyjny czas rozpoczęcia nacinania szczelin w zależności od temperatury powietrza podano w tablicy 9.

Tabela 9. Czas rozpoczęcia nacinania szczelin

Srednia temperatura powietrza w 0° C	5	od 5 do 15	od 15 do 25	od 25 do 30
Ilość godzin od ułożenia mieszanki do osiągnięcia przez beton wytrzymałości 10 MPa	od 20 do 30	od 15 do 20	od 10 do 15	od 6 do 10

Jeżeli zajdzie taka sytuacja, że szczeliny trzeba będzie naciąć (pierwsze cięcie) przed rozpoczęciem procesu teksturowania, to należy je naciąć przez folię.

5.14. Warunki atmosferyczne

Roboty związane z wypełnieniem szczelin masami zalewowymi należy wykonywać przy braku opadów i w warunkach atmosferycznych określonych w aprobacie technicznej i wskazaniach producenta (przeważnie gdy temperatura otoczenia i podłoża nie jest niższa niż + 5°C i nie wyższa niż + 40°C).

Dopuszcza się zalewanie szczelin masą w temperaturze poniżej 5°C, za zgodą Zamawiającego, pod warunkiem wysuszenia i wygrzania szczelin laną gorącego powietrza. Nie zaleca się wypełniania szczelin zalewą w czasie silnych wiatrów ($V > 16$ m/s).

5.15. Czynności wstępne przed wypełnieniem szczelin

Przed przystąpieniem do wypełnienia szczeliny należy doprowadzić do:

- sprawdzenia wizualnego wilgotności elementów uszczelnianych (ścianki szczeliny i jej dno powinny być suche),
- wizualnego sprawdzenia wilgotności betonu (beton powinien być suchy),
- dokładnego oczyszczenia nawierzchni i usunięcia z niej przeszkód (np. materiałów, sprzętu),
- wstrzymania ruchu pojazdów w rejonie robót.

5.16. Czyszczenie i suszenie szczelin

Przed wypełnieniem, szczeliny należy dokładnie oczyścić z zanieczyszczeń obcych, itp. Po oczyszczeniu, ściany szczelin powinny być suche, czyste, nie wykazywać pozostałości pylistych. Do czyszczenia szczelin należy stosować szczotki mechaniczne o wymiarach tarcz dostosowanych do wymiarów

szczeliny. Szczotkę ustawia się na odpowiednią głębokość szczeliny. Pozostały pył należy wydmuchać za pomocą sprężonego powietrza. W przypadku zawilgocenia szczeliny, np. po porannym zaleganiu mgły lub wilgotnej nawierzchni (np. wskutek opadu deszczu poprzedniego dnia) szczeliny należy wysuszyć i wygrzać przy zastosowaniu lancy gorącego powietrza. Nawierzchnia, po oczyszczeniu szczelin wewnątrz, powinna być oczyszczona (zamieciona) po obu stronach szczeliny, pasem o szerokości ok. 1 m.

5.17. Wypełnienie dolnej części szczeliny

Dolną część szczeliny, która nie podlega wypełnieniu masą zalewową należy uszczelnić przez wciśnięcie sznura uszczelniającego (kordu) o średnicy większej o około 25% od szerokości szczeliny.

Poziom wciśniętego sznura powinien zapewniać odpowiednią głębokość właściwego wypełnienia szczeliny masą zalewową, tj. ok. 17 mm.

5.18. Gruntowanie szczelin

Jeśli wymaga tego producent masy zalewowej boczne ścianki szczelin powinny być zagruntowane gruntownikiem (roztworem środka zwiększającego przyczepność). Gruntować należy tylko ścianki szczelin przewidziane do wypełnienia w ciągu jednego dnia pracy. Po odparowaniu rozpuszczalnika z gruntownika (co zwykle występuje po 15 do 30 min) można przystąpić do wypełnienia szczelin.

5.19. Przygotowanie masy zalewowej

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

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

5.20. Wprowadzanie masy zalewowej do szczelin

Po uzyskaniu odpowiedniej konsystencji (w trakcie podgrzewania), masę wprowadza się w szczelinę grawitacyjnie lub pod ciśnieniem przy pomocy węża z odpowiednią końcówką. Normalnie szczeliny zalewa się jednorazowo.

W przypadku większych głębokości szczeliny niż podana w p.5.15 lub na pochyłych powierzchniach, można wykonywać zalewanie w dwóch warstwach. Powierzchnia masy po pierwszym zalaniu nie może być zanieczyszczona.

Masa w szczelinie powinna tworzyć menisk wklęsły 3 do 5 mm, aby umożliwić wyciskanie masy, w porze gorącego lata. Masa powinna mieć bardzo dobrą adhezję do ścianek szczeliny, a prawie zerową do dna szczeliny. Przed przystąpieniem do wypełniania szczeliny zaleca się zabezpieczyć nawierzchnię wzdłuż szczelin przed zabrudzeniem, np. przez naklejenie na niej taśmy samoprzylepnej wzdłuż krawędzi szczeliny.

Ewentualny nadmiar masy lub powstałe zabrudzenia należy usunąć z nawierzchni przy pomocy szpachelki lub innych narzędzi.

5.21. Nacinanie szczelin poprzecznych

Na zaprojektowanej nawierzchni, będą występowwały szczeliny poprzeczne:

- skurczowe (pozorne)
- konstrukcyjne

Minimalna odległość pomiędzy szczelinami skurczowymi wynosi 1,0 m, a maksymalna jest równa 25-krotnej grubości płyty. Optymalnym rozstawem jest odległość 5,0m. Szczeliny skurczowe pozorne należy wykonywać przez nacinanie stwardniałego betonu tarczowymi piłami mechanicznymi. Czas cięcia musi być tak dobrany, ażeby nie pojawiły się dzikie pęknięcia skurczowe. Nacinanie szczelin powinno się odbywać w dwóch etapach:

- pierwsze cięcie, wykonuje się tarczą grubości 3 mm na głębokość $1/3 - 1/4$ grubości nawierzchni, tj. ok. 9 cm, a drugie w terminie późniejszym; na szer. 8mm i głębokość 30 mm, przy wypełnianiu profilami elastycznymi gumowymi otwartymi.
- szczeliny konstrukcyjne (mogą być profilowane) powstają na zakończenie działki dziennej, przy przerwach w układaniu betonu powyżej 1,5godziny. Pełnią one funkcje szczelin skurczowych. Szerokości są podobne jak przy szczelinach poprzecznych. Mogą być zbrojone dyblami (przez nawiercenie otworów w czołowej ścianie płyty.) Wypełnienie szczelin poprzecznych powinno wykonać się z godnie z pkt 5.12 – 5.18 j.w. Dopuszcza się za zgodą Zamawiającego użycie profili elastycznych. Profile powinny posiadać stosowną Aprobata Techniczną i być wykonane z gumy odpornej na działanie wysokich i niskich temperatur , na działanie soli. Zaproponowane przez Wykonawcę profile, powinien zaakceptować Zamawiający. Jeżeli zajdzie taka sytuacja, że szczeliny trzeba będzie naciąć (pierwsze cięcie) przed rozpoczęciem procesu teksturowania, to należy je naciąć przez folię.

6. Kontrola jakości robót

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości Robót

Ogólne zasady kontroli jakości Robót podano w SST D 00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

6.2. Badania przed przystąpieniem do Robót

Przed przystąpieniem do Robót Wykonawca powinien wykonać badania cementu, kruszywa oraz w przypadkach wątpliwych wody i przedstawić wyniki tych badań Zamawiającemu w celu akceptacji.

Badania te powinny obejmować wszystkie właściwości kruszywa i cementu określone w p. 2 i 5 niniejszej SST. Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien uzyskać wszystkie wymagane dokumenty dopuszczające wyrób do robót budowlanych, na podstawie Ustawy z dn. 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych, zgodnie z zapisami SST D 00.00.00 oraz wymagane wyniki badań materiałów przeznaczonych do wbudowania, przedstawić je Zamawiającemu do akceptacji.

6.3. Badania w czasie Robót związanych z betonowaniem

6.3.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie wykonywania nawierzchni betonowej podano w tablicy 10.

Tablica 10. Częstotliwość oraz zakres badań przy wykonaniu nawierzchni betonowej

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów na dziennej działce roboczej
1	Badanie właściwości kruszywa	Dla każdej partii kruszywa i przy każdej zmianie kruszywa
2	Badanie wody *)	Dla każdego wątpliwego źródła
3	Badanie cementu	Certyfikat producenta dla każdej partii *)
4	Oznaczenie konsystencji mieszanki betonowej	1-3/dzień
5	Oznaczenie zawartości powietrza w mieszance betonowej	Co godzinę
6	Oznaczenie wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach	1 seria (3 próbki) na dzienną działkę
7	Oznaczenie wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu po 28 dniach	1 seria (3 próbki) na dzienną działkę
	Oznaczenie wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu po 28 dniach	1 seria (3 próbki) na dzienną działkę
8	Oznaczenie nasiąkliwości betonu	1 seria (3 próbki) na dzienną działkę
9	Oznaczenie mrozoodporności betonu	1 seria (3 próbki) na dzienną działkę
*) partia cementu - ilość cementu objęta jednym orzeczeniem producenta lub budząca wątpliwości co do jednolitości cech		

Badania te należy przeprowadzić zgodnie z odpowiednimi normami wymienionymi w punkcie 2 i 5 niniejszej specyfikacji.

6.3.2. Badanie kruszywa

Właściwości kruszywa należy badać na etapie sprawdzania projektu recepty oraz przy każdej zmianie rodzaju kruszywa i dla każdej partii. Właściwości kruszywa powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w p. 2.3.

6.3.3. Badanie wody

W przypadku stosowania wody z wątpliwych źródeł należy przeprowadzić badania wody według PN-EN 1008. Woda powinna spełniać wszystkie kryteria w/w normy.

6.3.4. Badanie cementu

6.3.5. Dla każdej dostawy cementu Wykonawca powinien przedstawić certyfikat zgodności producenta. W wypadku braku takiego certyfikatu Wykonawca na własny koszt określi właściwości cementu podane w p. 2.2.

6.3.6. Badanie konsystencji mieszanki betonowej

Badanie konsystencji mieszanki betonowej należy wykonać zgodnie z PN-EN 12350-2:2001 lub PN-EN 123-3:2001, zależnie od przyjętej metody. Wyniki badań powinny być zgodne z recepturą mieszanki betonowej, zatwierdzoną przez Zamawiającego.

6.3.7. Badanie zawartości powietrza w mieszance betonowej

Badanie zawartości powietrza w mieszance betonowej należy wykonać zgodnie z PN-EN 12350-7:2001. Wyniki badań powinny być zgodne z recepturą mieszanki betonowej, zatwierdzoną przez Zamawiającego. Dopuszczalna zawartość powietrza w mieszance betonowej nie powinna być większa od wartości wyspecyfikowanej w receptcie, o więcej niż 4% oraz nie powinna przekraczać wartości wg p.2.5.

6.3.8. Gęstość betonu

Oznaczenie gęstości przeprowadza się zgodnie z PN-EN 12390-7:2001.

Gęstość (tolerancja w stosunku do betonu wg. zatwierdzonej recepty) powinna wynosić $\pm 1,5\%$.

6.3.9. Wytrzymałość betonu na ściskanie

Przygotowanie próbek do badania, pielęgnacja zgodnie normą PN-EN 12390-2 Badanie wytrzymałości betonu na ściskanie należy wykonać zgodnie z PN-EN 12390-3 na próbkach sześciennych 150x150x150mm. Wyniki badań powinny być zgodne z wymaganiami zawartymi w p.5.3.

6.3.10. Klasa ekspozycji (agresywne oddziaływanie zamrażania/odmrażania)
Beton powinien odpowiadać klasie ekspozycji XF4 zgodnie z PN-EN 206-1

6.3.11. Oznaczenie wytrzymałości na zginanie

Badanie wytrzymałości betonu na zginanie należy wykonać (wg. PN-EN 12390-5) w 28 dniu, na próbkach o wymiarach 150x150x600mm.

6.3.12. Oznaczenie wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu po 28 dniach

Badanie wytrzymałości betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu należy wykonać (wg PN-EN 12390-6) w 28 dniu, na próbkach ; d=150,h=300mm.

6.3.13. Nasiąkliwość betonu

Badanie nasiąkliwości betonu należy wykonać na próbkach sześciennych 100x100x100 mm wg normy PN-B-06250

6.3.14. Mrozoodporność betonu

Badanie mrozoodporności betonu należy wykonać wg normy PN-EN 12390-9.

6.3.15. Badania szczelin w czasie robót

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

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

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

Przed zalaniem szczelin należy sprawdzić wypełnienie szczeliny kordem, na całej długości. Po zalaniu szczelin należy wizualnie sprawdzić prawidłowość ich wypełnienia masą zalewową. Jeżeli gorącą masę posypano materiałem drobnoziarnistym, to należy sprawdzić

makroskopowo czy materiał ten równomiernie pokrywa zalaną powierzchnię szczeliny.

6.4. Wymagania dotyczące cech geometrycznych wykonanej nawierzchni betonowej

6.4.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Tabela 11. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanej nawierzchni betonowej

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów
1	Szerokość nawierzchni	nie rzadziej niż co 5 m
2	Równość podłużna	nie rzadziej niż co 5 m
3	Równość poprzeczna	nie rzadziej niż co 5 m
4	Spadki poprzeczne*	10 razy na 1km
5	Rzędne wysokościowe	Pomiar wykonuje się na siatce o rozmiarach 10x10m wraz ze sprawdzeniem osi podłużnej jezdni i obu krawędzi.(Dz.U. Nr 43: 1999)
6	Ukształtowanie osi w planie*	
7	Grubość nawierzchni	1 x na długości ułożonego pasa w przypadku wątpliwości
8	Wytrzymałość na ściskanie, nasiąkliwość i mrozoodporność badana na próbkach wyciętych z nawierzchni	w przypadkach wątpliwych, według decyzji Zamawiającego
*) Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowanie osi w planie należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych		

6.4.2. Szerokość nawierzchni

Odchylenia szerokości, mierzone w skrajnych punktach nawierzchni nie powinny przekraczać -0 cm, +3 cm w stosunku do Dokumentacji Projektowej.

6.4.3. Równość nawierzchni

Nierówności podłużne i poprzeczne nawierzchni należy mierzyć łatą 4-metrową i kinem wg BN-68/8931-04. Nierówności nie mogą przekraczać 5 mm.

6.4.4. Spadki poprzeczne nawierzchni

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

6.4.5. Rzędne wysokościowe nawierzchni

Różnice pomiędzy rzędnymi wysokościowymi nawierzchni i rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać ± 1 cm

6.4.6. Ukształtowanie osi w planie

Oś nawierzchni w planie powinna być usytuowana zgodnie z dokumentacją projektową z tolerancją ± 3 cm.

6.4.7. Grubość nawierzchni

Grubość nawierzchni jest określana jako średnia arytmetyczna grubości w poszczególnych miejscach i nie powinna być mniejsza niż grubość projektowa a żaden pojedynczy wynik pomiaru grubości nie powinien być mniejszy niż wartość projektowa – 5 mm.

Grubość nawierzchni określić jedną z metod zgodnie z normą PN-EN 13863-1. W przypadkach spornych i wątpliwych określić na podstawie odwiertów wg normy PN-EN 13863-3.

6.4.8. Badania arbitrażowe

W przypadku gdy wyniki badań kontrolnych przeprowadzonych przez Zamawiającego budzą wątpliwość co do jakości wbudowanego betonu lub różnią się znacząco od wyników bieżących przedłożonych przez Wykonawcę w zakresie: wytrzymałość na ściskanie, nasiąkliwość, mrozoodporność, wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu lub wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu, Zamawiający ma prawo polecić wykonanie badań arbitrażowych. Próbki do badań arbitrażowych (z wykonanej nawierzchni) pobiera Zamawiającego w obecności Wykonawcy i kieruje do badań do (uzgodnionego z Wykonawcą) niezależnego Laboratorium. Koszty badań i pobierania próbek pokrywa Wykonawca w przypadku gdy otrzymane wyniki badań odbiegają od wymaganych określonych w SST, w przeciwnym przypadku płaci Zamawiający. Badania wymienionych cech betonu, należy przeprowadzić wg norm przywołanych w Tabeli 7, p. 5.3. W przypadku otrzymania negatywnych wyników z przeprowadzonych badań, Zamawiający ma prawo polecić Wykonawcy rozbiórkę wykonanej nawierzchni i wykonania nowej na koszt i staraniem Wykonawcy.

6.4.9. Sprawdzanie szczelin

Sprawdzanie szczelin polega na oględzinach zewnętrznych i otwarciu szczeliny na długości min 10 cm. Rozmieszczenie szczelin i wypełnienie szczelin powinno być zgodne z: dokumentacją projektową, zapisami niniejszej SST oraz tolerancją dla :

- rozmieszczenia szczelin : ± 5 cm.
- wypełnienie - poziom masy w szczelinach: od 0 do -5 mm (menisk wklęsły).

7. Obmiar robót

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w SST 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest metr kwadratowy (m^2) wykonanej nawierzchni z betonu cementowego z wszystkimi robotami towarzyszącymi zgodnie z dokumentacją Projektową.

Obmiar nie powinien obejmować dodatkowych powierzchni nie wykazanych w Dokumentacji Projektowej z wyjątkiem powierzchni zaakceptowanych przez Zamawiającego na piśmie.

Nadmierna grubość lub nadmierna powierzchnia nawierzchni w stosunku do Dokumentacji Projektowej wykonana bez pisemnego upoważnienia Zamawiającego nie może stanowić podstawy do roszczeń o dodatkową zapłatę

8. Odbiór robót

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w SST 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Roboty uznaje się za zgodne z Dokumentacją Projektową, SST i wymaganiami Zamawiającego, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji podanych w niniejszej SST, dały wyniki pozytywne.

8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

Odbioru dokonuje Zamawiający na podstawie wyników badań swoich i Wykonawcy oraz pomiarów Wykonawcy kontrolowanych na bieżąco przez Zamawiającego.

9. Podstawa płatności

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w SST 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Płaci się za jednostkę obmiarową wg p.7 wykonanej i odebranej nawierzchni betonowej.

Cena jednostkowa wykonania nawierzchni betonowej obejmuje:

- opracowanie Projektu Technologii i Organizacji Robót oraz Programu Zapewnienia Jakości,
- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- zakup, dostarczenie i składowanie wszystkich niezbędnych materiałów,
- zastosowanie materiałów pomocniczych koniecznych do prawidłowego wykonania robót lub wynikających z przyjętej technologii robót;
- opracowanie projektów recept oraz wykonanie (na ich podstawie) zarobów próbnych i przeprowadzenie wszystkich badań wskazanych w SST,
- przedłożenie recept Zamawiającego wraz z niezbędnymi załącznikami oraz próbkami wszystkich materiałów wsadowych (pobranych w obecności Zamawiającego),
- wyprodukowanie mieszanki betonowej,
- transport mieszanki na miejsce wbudowania,
- oczyszczenie podłoża,
- ułożenie geowłókniny,
- ułożenie warstwy nawierzchni wg przyjętej technologii wraz z jej zagęszczeniem, teksturowaniem i pielęgnacją,
- uszczelnienie taśmą bitumiczną samoprzylepną (grub. 10mm. - na całej grubości wykonywanej nawierzchni betonowej) wszystkich połączeń z urządzeniami infrastruktury technicznej (np. studzienkami kanalizacyjnymi, telefonicznymi, zaworami wodnymi, krawężnikami, elementami prefabrykowanymi),
- bieżące utrzymanie warstwy po jej wykonaniu,
- wykonanie szczelin pozornych podłużnych (w przypadku konieczności),
- oczyszczenie i osuszenie szczelin,
- zagruntowanie ścianek szczeliny środkiem zwiększającym przyczepność zalewy,
- zabezpieczenie wnętrza szczelin wkładkami ściśliwymi (kordami),
- mechaniczne wypełnienie szczelin masą zalewową,
- ewentualne posypanie szczelin wypełnionych masą zalewową,
- wykonanie szczelin poprzecznych pozornych,
- oczyszczenie i osuszenie szczelin,
- ewentualne wypełnienie szczelin poprzecznych profilami gumowymi elastycznymi,

- wykonanie połączenia nawierzchni betonowej z nawierzchnią mineralno-asfaltową,
- wykonanie wszystkich niezbędnych badań, pomiarów, prób i sprawdzeń,
- oznakowanie i zabezpieczenie Robót oraz jego utrzymanie,
- wykonanie innych czynności niezbędnych do realizacji Robót objętych niniejszą SST,
- inwentaryzacja geodezyjna.

10. Przepisy związane

10.1. Normy

PN-EN-196-1:1996	Metody badania cementu. Oznaczanie wytrzymałości
PN-EN-196-2:1996	Metody badania cementu. Analiza chemiczna cementu
PN-EN-196-3:1996	Metody badania cementu. Oznaczanie czasu wiązania i stałości objętości
PN-EN-196-6:1996	Metody badania cementu. Oznaczanie stopnia zmielenia
PN-EN-197-1:2002	Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementu powszechnego użytku
PN-EN 206-1:2000	Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
PN-EN-480-11:2000	Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Oznaczenie charakterystyki porów powietrznych w stwardniałym betonie
PN-EN-934-2:1999	Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Domieszki do betonu. Definicje i wymagania
PN-EN-12350-1:2001	Badania mieszanki betonowej. Część 1 Pobieranie próbek
PN-EN-12350-2:2001	Badania mieszanki betonowej. Część 2. Badanie konsystencji metodą stożka opadowego
PN-EN-12350-3:2001	Badania mieszanki betonowej. Część 3. Badanie konsystencji metoda VE-BE
PN-EN-12350-4:2001	Badania mieszanki betonowej. Część 4. Badanie konsystencji metodą stopnia zagęszczalności
PN-EN-12350-5:2001	Badania mieszanki betonowej. Część 5. Badanie konsystencji metodą stolika rozpliwowego
PN-EN-12350-6:2001	Badania mieszanki betonowej. Część 6. Gęstość
PN-EN-12350-7:2001	Badania mieszanki betonowej. Część 7. Badanie zawartości powietrza metody ciśnieniowe
PN-EN12390-1:2001	Badania betonu Część 1. Kształty wymiary i inne wymagania dotyczące próbek do badania i form
PN-EN12390-2:2001	Badania betonu Część 2. Wykonanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych
PN-EN-12390-3:2001	Badania betonu Część 3. Wytrzymałość na ściskanie próbek do badania
PN-EN12390-4:2001	Badania betonu Część 4. Wytrzymałość na ściskanie- specyfikacja maszyn wytrzymałościowych
PN-EN-12390-5:2001	Badania betonu Część 5. Wytrzymałość na zginanie próbek do badania
PN-EN-12390-6:2001	Badania betonu Część 6. Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu próbek do badania
PN-EN-12390-7:2001	Badania betonu Część 7. Gęstość betonu
PN-EN-12504-1:2001	Badania betonu w konstrukcjach. Część 1. Odwierty rdzeniowe Wycinanie, ocena i badanie wytrzymałości na ściskanie

PN-EN-12620:2004	Kruszywa do betonu
PN-EN-934-2:2002	Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Część 2 Domieszki do betonu. Definicje, wymagania, zgodność znakowania i etykietowania.
PN-EN-1008:2004	Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonów w tym wody odzyskanej z procesu produkcji betonu
PN-61/S-96504	Drogi samochodowe. Wypełniacz kamienny do mas bitumicznych
PN-EN-13877-1	Nawierzchnie betonowe. Część 1. Materiały
PN-EN-13877-2	Nawierzchnie betonowe. Część 2. Wymagania funkcjonalne dla nawierzchni betonowych
PN-EN-13863-1	Metoda określenia grubości nawierzchni betonowej metodą pomiarową
PN-EN-13863-3	Metoda określenia grubości nawierzchni betonowej na podstawie odwiertów
PN-EN-14188-1	Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe. Część 1. Wymagania wobec zalew drogowych na gorąco
PN-EN-14188-2	Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe. Część 2. Wymagania wobec zalew drogowych na zimno
PN-EN-13249	Geotekstylia i wyroby pokrewne. Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych do budowy dróg i innych powierzchni obciążonych ruchem

10.2. Inne dokumenty

Katalog typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych, IBDiM, Warszawa, 2001
Katalog typowych konstrukcji podatnych i półsztywnych, IBDiM, Warszawa, 1997
Rozporządzenie MTiGM z dnia 02-03-1999 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 43 poz. 430).
Nawierzchnie drogowe z betonu cementowego, Antoni Szydło, Wyd. Polski Cement Sp. z o.o. Kraków 2004