

## D-05.03.04 Nawierzchnia z betonu wałowanego

### 1. WSTĘP

Niniejsza Szczegółowa Specyfikacja techniczna zawiera wytyczne do wykonania i odbioru nawierzchni drogowych z użyciem betonu cementowego zagęszczanego metodą wałowania i obejmuje opis składników, zasady ich doboru, wytwarzania mieszanek betonowych, ich wbudowywania i zagęszczania **dla inwestycji pt.: Budowa kanału deszczowego Ø315 w ulicy F. Milkowskiego w Siemiatyczach wraz z odtworzeniem nawierzchni ulicy.**

#### 1.1. Przedmiot SST

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej specyfikacji technicznej (SST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót dla produkcji, transportu i zabudowy betonu cementowego w nawierzchnię drogową, zagęszczanego z wykorzystaniem techniki wałowania.

#### 1.2. Zakres stosowania SST

Szczegółowa specyfikacja techniczna SST zawiera zbiór wytycznych, obligatoryjnych dla projektantów, producentów i dostawców betonu oraz wykonawców dróg. Specyfikacja dotyczy zabudowy betonu wałowanego w warstwę konstrukcji drogowej sztywnej: podbudowy oraz nawierzchni (warstwa ścieralna).

#### 1.3. Zakres robót objętych SST

W technologii betonu wałowanego (BW) można wykonywać :

- nawierzchnie nie narażone na działanie opadów atmosferycznych oraz soli odładowanych - umiarkowanie eksploatowane (jak np. place składowe pod wiatą) – z betonu klasy minimum C20/25 ,
- nawierzchnie dróg kategorii ruchu KR1-KR2 – z betonu klasy minimum C25/30
- nawierzchnie dróg technologicznych (dojazdowych, objazdowych czy serwisowych), wewnętrznych, placów manewrowych itp. (o obciążeniu odpowiadającym kategoriom ruchu KR3-KR4 na drogach krajowych) – z betonu klasy minimum C30/37.
- podbudowy dróg kategorii ruchu KR1-KR7 – zgodnie z wytycznymi WT5

#### 1.4. Określenia podstawowe (definicje)

**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 wymieszane składniki betonu, które są jeszcze w stanie umożliwiającym zagęszczanie wybrana metodą

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

**Beton zwykły** - beton o gęstości objętościowej większej niż 2000 kg/m<sup>3</sup> i nie przekraczającej 2600 kg/m<sup>3</sup>

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

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

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

- liczba „35” oznacza wytrzymałość charakterystyczną określoną na próbkach walcowych o średnicy 150 mm i wysokości 300 mm (f<sub>ek</sub>, cyl),
- liczba „45” oznacza wytrzymałość charakterystyczną określoną na próbkach sześciennych o boku 150 mm ( f<sub>ck</sub>, cube).

**Beton nawierzchniowy** - beton o określonej wytrzymałości na ściskanie oraz rozciąganie przy rozłupywaniu, i mrozoodporności, wbudowany w nawierzchnię.

**Beton wałowany (BW)** (z *angielskiego*: RCC – Roller Compacted Concrete) – beton powstały z mieszanki betonowej o optymalnej wilgotności (zbliżonej do wilgotności naturalnej gruntu), wyznaczonej zmodyfikowaną metodą Proctora, układanej i zagęszczanej przy użyciu maszyn do robót ziemnych. Wbudowywanie betonu wałowanego może odbywać się za pomocą tradycyjnego sprzętu do wykonywania nawierzchni: rozkładanie za pomocą ciężkich rozścielaczy do asfaltu, a zagęszczanie walcami zagęszczającymi o masie co najmniej 8 t.

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

**Szczelina skurczowa poprzeczna** (pozorna) – umożliwia płycie skurcz, powstały pod wpływem zjawisk chemicznych w czasie wiązania cementu i/lub pod wpływem zmiany temperatury. Szczelinę nacina się w twardniejącym betonie.

**Szczeliny konstrukcyjne (poprzeczne)** - wykonuje się na całej grubości płyty nawierzchni betonowej. Szczeliny konstrukcyjne umożliwiają rozszerzanie płyt w zakresie szerokości przecięcia. Szczelina skurczowa podłużna (pozorna) – nacina się ją w twardniejącym betonie, gdy szerokość jezdni jest większa niż 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 наносzonych na boczne ścianki szczeliny w celu zwiększenia przyczepności zalewy do tych ścianek.

**Wkładka uszczelniająca** - wkładka z syntetyku lub innego materiału o walcowatym kształcie - do wstępnego uszczelnienia; wciśnięta w szczelinę podpira masę zalewową, utrzymuje odpowiednią głębokość właściwego uszczelnienia i zabezpiecza przed głębszym wnikaniem zalewy w trakcie wypełniania nią szczeliny oraz eliminuje trójpłaszczyznową przyczepność zalewy w szczelinie.

**Zabezpieczenie przeciwozyjne podbudów betonowych** (warstwa poślizgowa) - warstwa znajdująca się między podbudową a warstwą nawierzchni betonowej, pełniąc funkcję drenażową i separacyjną.

**Podbudowa** - część konstrukcyjna nawierzchni, której celem jest przenoszenie na podłoże obciążeń spowodowanych ruchem; może składać się z części górnej i dolnej

- górna część podbudowy, spełniająca funkcję nośną w konstrukcji drogi,
- dolna część podbudowy, która oprócz funkcji nośnych zabezpiecza nawierzchnię przed działaniem wody, mrozu i przenikania cząstek podłoża.

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

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z aktualnymi, odpowiednimi polskimi normami.

## **2 MATERIAŁY**

### **1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów**

Materiały stosowane do wytwarzania mieszanek betonowych, przeznaczonych do wbudowywania w technologii BW, powinny spełniać wymagania dotyczące określonych właściwości.

#### **1.1. Cement**

Przy produkcji betonu wałowanego stosuje się cement o właściwościach wg normy PN-EN 197-1, w klasie wytrzymałości – minimum 32,5.

#### **1.2. Kruszywo**

Do mieszanek betonowych przeznaczonych do wykonywania nawierzchni w technologii BW stosuje się naturalne - jak żwir i piasek naturalny lub łamane jak grys - i/lub sztuczne – z recyklingu - kruszywa mineralne. Kruszywa muszą być zgodne z wymaganiami zawartymi w normie PN-EN 12620 oraz gwarantować uzyskanie uzgodnionych parametrów trwałościowych betonu.

#### **1.3. Woda**

Woda zarobowa powinna być zgodna z normą PN-EN 1008.

#### **1.4. Domieszki**

Domieszki powinny być zgodne z normą PN-EN 934-2

#### **1.5. Dodatki**

Do betonu wałowanego nadają się dodatki typu I lub typu II. Uzupełniają one frakcje drobne < 0,25 mm. Pomagają wspólnie uzyskać odpowiedni stopień zagęszczenia mieszanki betonowej w układanej warstwie oraz zamknięcie powierzchni betonu.

Zaleca się używać następujących dodatków:

- popiół lotny krzemionkowy – wg normy PN-EN 450-1:2012

- pył krzemionkowy – wg normy PN-EN 13263-1 + A1
- mielony granulowany żużel wielkopiecowy - wg normy PN-EN 15167-1:2007

## **2. Wymagane właściwości mieszanki betonowej oraz stwardniałego betonu**

### **2.1. Skład mieszanki betonowej**

Skład mieszanki betonowej dla konkretnego zastosowania należy ustalić poprzez badania przydatności.

Skład betonu wałowanego musi być tak dobrany, aby:

- składniki mieszanki o optymalnej wilgotności nie ulegały segregacji,
- warstwa świeżo ułożonej mieszanki unosiła walce zagęszczające na swojej powierzchni i jednocześnie poddawała się zagęszczaniu,
- beton dał się zagęścić.

### **2.2. Zawartość spoiwa**

Minimalną zawartość cementu, w przypadku warstw ścieralnych, należy przyjmować na poziomie 270 kg/m<sup>3</sup>.

### **2.3. Zawartość dodatków**

Zastosowanie dodatków mineralnych takich jak np. popiół lotny krzemionkowy zwiększa podatność mieszanki betonu na zagęszczanie. Zaleca się zawartość dodatku ok. 90 kg/m<sup>3</sup>.

### **2.4. Zawartość składników drobnoziarnistych**

Zaleca się, aby łączna ilość ziaren < 0,25 mm pochodzących ze spoiw, dodatków mineralnych, wypełniaczy i piasku naturalnego wynosiła min. 400 kg/m<sup>3</sup>. Jest ważne, by beton wałowany miał zwartą strukturę po zagęszczeniu i nie był skłonny do rozsegregowania.

Udział piasku - zależnie od jego uziarnienia - musi być tak dobrany, by w ramach wykonawstwa uzyskać dobre wykończenie powierzchni.

### **2.5. Uziarnienie kruszyw**

Do wykonywania mieszanek betonu wałowanego dla nawierzchni drogowych należy stosować kruszywa o maksymalnym wymiarze ziaren do 31,5 mm w przypadku podbudowy, a w przypadku zastosowania na warstwę ścieralną do 22,4 mm.

Zaleca się aby dla kategorii ruchu KR5-KR6 dla uziarnienia > 8 mm udział kruszyw łamanych w składzie mieszanki wynosił co najmniej 50%.

### **2.6. Zawartość wody**

Zawartość wody w mieszance powinna być określona na podstawie badań wstępnych przy pomocy zmodyfikowanej metody Proctora, zgodnie z normą PN-EN 13286-2 – celem ustalenia optymalnej wilgotności. Jak wynika z doświadczeń, zależnie od wodożądności suchych składników mieszanki betonowej, optymalna zawartość wody mieści się zazwyczaj w przedziale 5-7 % w odniesieniu do łącznej masy suchej. Zawartość wody ma istotny wpływ na urabialność mieszanki betonowej. Przy stosunkowo małym przekroczeniu optymalnej zawartości wody w górę lub w dół należy liczyć się z brakami i wadami technologicznymi jak np. niedostateczna podatność na zagęszczanie, zła urabialność, osiadanie belki kombajnu drogowego, nierówność powierzchni. Odchyłki optymalnej zawartości wody mieszanki betonowej mierzonej na budowie od zadanych wartości określonych w badaniu przydatności powinny się wahać w przedziale ±1,0 %.

## **3. Zakres badań stwardniałego betonu wałowanego**

- gęstość wg normy PN-EN 12390-7,
- wytrzymałość na ściskanie wg normy PN-EN 12390-3,
- wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu wg normy PN-EN 12390-6,
- odporność na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzającej wg specyfikacji PKN-CEN/TS EN 12390-9.

### **3.1. Wykonywanie próbek do badań**

Próbki należy wykonywać zgodnie z normą PN-EN 13286-51:2005, z uwzględnieniem potrzeby prawidłowego zagęszczania mieszanki o konsystencji wilgotnej

### **3.2. Formy do badań**

Stosować formy do badań, zgodne z normą PN-EN 12390-1.

### **3.3. Zagęszczanie mieszanki w formie**

Mieszanek zagęszczać w formie – warstwami, stosując się do zaleceń aktualnej normy.

W przypadku nawierzchni z betonu wałowanego, narażonej na oddziaływanie paliw lub olejów należy wykonać dodatkowo badanie odporności na ich wnikanie, zgodnie z normą PN-EN 13877-2 Zał. B

### **3.4. Gęstość**

Gęstość betonu powinna zostać obliczona z masy wszystkich materiałów składowych i całkowitej objętości poszczególnych składników zgodnie z zatwierdzoną recepturą. Badanie gęstości betonu wykonuje się wg normy PN-EN 12390-7. Przy ocenie należy uwzględnić stan wilgotności betonu w badanej próbce.

### **3.5. Wytrzymałość na ściskanie**

Badanie wytrzymałości na ściskanie wykonuje się wg normy PN-EN 12390-3. Beton kwalifikuje się do danej klasy wytrzymałości na ściskanie, jeżeli spełnione są kryteria dla wytrzymałości średniej i minimalnej zgodnie z wymaganiami zawartymi w PN-EN 206-1 dla danej klasy wytrzymałości na ściskanie.

### **3.6. Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu**

Badanie wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu wykonuje się na próbkach sześciennych o wymiarach 150 x 150 x 150 mm, lub na próbkach walcowych o średnicy 150 mm i wysokości 300 mm wg normy PN-EN 12390-6. Wymaganie odnośnie parametru wytrzymałości betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu wynosi minimum 2,5 MPa (dla kategorii ruchu KR1 - KR2) oraz 3,5 MPa (dla podbudów dla kategorii ruchu KR3 – KR7).

### **3.7. Odporność na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzającej**

Oznaczenie odporności na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzającej należy wykonać wg PKN-CEN/TS EN 12390-9. Badanie wykonuje się na próbkach o powierzchni badawczej od 7 500 mm<sup>2</sup> do 22 500 mm<sup>2</sup>. Zaleca się wykonać badanie na co najmniej 3 próbkach.

Kategoria mrozoodporności wg PN-EN 13877-2, nie niższa niż FT1.

Z badania odporności na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzających zwolnione są betony, przeznaczone na drogi klasy D i L, drogi leśne oraz place składowe.

### **3 SPRZĘT - Wymagania co do wyposażenia wytwórni betonu oraz jej potencjału produkcyjnego**

W ramach badań przydatności, wyniki należy skonfrontować z wymaganiami - ustalając:

- rodzaj, udział i pochodzenie kruszyw,
- udział wypełniaczy i najdrobniejszych frakcji piasku (uziarnienie < 0,25 mm),
- wymiar największego ziarna,
- rodzaju i pochodzenie spoiwa,
- ilość spoiwa w kg/m<sup>3</sup> zagęszczonego betonu wałowanego,
- współczynnik zagęszczenia wg zmodyfikowanej metody Proctora przy danej zawartości wody,
- rodzaj, pochodzenie i ilość składników dodatkowych w kg/m<sup>3</sup> zagęszczonego betonu wałowanego,
- rodzaj, pochodzenie i zawartość domieszek.

### **1.2. Sposób magazynowania składników**

Składniki będące materiałami wsadowymi do produkcji betonu powinny być składowane w sposób uniemożliwiający ich zanieczyszczenie lub/i mieszanie się ze sobą.

### **1.3. Mieszanie**

Mieszanaka betonowa przeznaczona do wykonania nawierzchni w technologii BW powinna być wytwarzana w wytwórni mieszanek betonowych, zainstalowanej na placu budowy lub w betoniarni stacjonarnej poza placem budowy.

Czas mieszania składników betonu powinien być ustalony doświadczalnie i musi być wystarczająco długi, aby wszystkie składniki betonu wymieszały się ze sobą - dając jednorodną mieszankę. Czas ten nie powinien być jednak krótszy niż 60 sekund.

Dozowanie składników musi być na tyle wydajne, by zapewnić odpowiednią ich ilość w zarobie, zgodnie z przedstawioną recepturą na beton. Dopuszczalne odchyłki przy naważaniu składników betonu od wartości założonych muszą się mieścić w odpowiednich przedziałach, zgodne z wymaganiami zawartymi w normie PN-EN 206-1.

## **4. TRANSPORT MIESZANKI BETONOWEJ**

Podczas transportu, aż do momentu wbudowania - mieszanaka betonowa musi być chroniona przed szkodliwym wysychaniem lub wchłanianiem wody opadowej.

Operacje transportu, wbudowania i zagęszczenia należy tak zsynchronizować, by beton wałowany najpóźniej w ciągu 90 minut od zmieszania składników został ułożony i zagęszczony, chyba że podjęto odpowiednie działania technologiczne, opóźniające proces wiązania cementu w mieszance betonowej (np. przez zastosowanie domieszek opóźniających początek wiązania cementu).

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

### **1. Informacje ogólne**

Podłoże (obszar pod układaną podbudową) powinno być sprawdzane do nośności G1.

Musi ono być stabilne, i zgodne z profilem. Warstwę betonu wałowanego należy wykonać tak, by jej geometria oraz właściwości jakościowe materiału pozostawały niezmiennie (równomierne) i aby spełniały stawiane wymagania. Podłoże nie może odciągać wody z betonu wałowanego. W razie potrzeby należy je zwilżyć jeszcze przed ułożeniem betonowej warstwy. Niedopuszczalne jest układanie warstwy betonu wałowanego na zamrożonym podłożu.

W ramach układania warstwy betonu wałowanego należy sprawnie wykonywać wszystkie, kolejne operacje technologiczne. W tym celu trzeba odpowiednio skoordynować czynności i dostosować ilość urządzeń, niezbędnych do ich wykonania. Odnosi się to również do wykańczania, pielęgnacji nawierzchni oraz nacinania szczelin.

Wykorzystując urządzenia przewidywane do wykonania zadania budowlanego i używając mieszanki o składzie ustalonym w wyniku badania przydatności, Wykonawca zobowiązany jest ułożyć odcinek próbny betonu wałowanego, o wystarczająco dużej powierzchni. Próba ma umożliwić wyregulowanie narzędzi i praktyczne przeszkolenie załogi - tak, by zoptymalizować proces betonowania i zapewnić stabilizację właściwości jakościowych. Do testów i prób należy włączyć również wykańczanie, pielęgnację i wykonanie szczelin oraz nacięć karbowych w ułożonej warstwie z betonu wałowanego. Wykonanie pola próbnego traktować należy jako odrębną pozycję w wykazie robót.

### **2. Układanie mieszanki betonowej**

#### **2.1. Grubość ułożenia**

Zgodnie z wymaganiami niniejszej specyfikacji, beton wałowany powinien być układany warstwami o maksymalnej grubości 20 cm w stanie zagęszczonym. W przypadku warstw grubszych należy udokumentować wystarczający stopień zagęszczenia w obrębie spodu warstwy. Minimalna grubość wbudowywanego betonu wałowanego wynosi 12 cm.

#### **2.2. Sprzęt do wbudowywania**

Urządzenia do podawania, wbudowywania i zagęszczania betonu wałowanego należy dobrać tak, by beton wałowany nie uległ segregacji oraz by całkowicie zakończyć jego wbudowywanie i zagęszczanie, zanim zacznie się proces wiązania i twardnienia.

Przy wbudowywaniu betonu wałowanego z zastosowaniem drogowych rozścielaczy asfaltu należy wyposażyć je w urządzenia, zapewniające odpowiedni stopień wstępnego zagęszczenia mieszanki betonowej oraz automatyczną kontrolę niwelety układanej, betonowej płyty nawierzchni.

#### **2.3. Wbudowywanie**

Przy wbudowywaniu pasami spoiny wzdłużne należy wytwarzać według zasady "świeże na świeże" i zagęszczać „na zakład”. Podczas zagęszczania strefy spoin, zabudowa pasa dołączanego musi następować na tyle szybko, by zawałowany już beton wbudowanego obok pasa – nie był starszy niż 60 min. Takie postępowanie wymaga sporządzenia szczegółowego planu wbudowywania, który określi szerokość i długość odcinków zabudowy oraz schemat wałowania, ustalony w zależności od stabilności mieszanki betonowej.

#### **2.4. Zagęszczanie poprzez wałowanie**

Beton wałowany zaleca się zagęszczać walcami o masie równej 8 t lub większej. Planując czynność zagęszczania trzeba brać pod uwagę wyniki doświadczeń z betonowania próbnego. Dla uzyskania szczelności i równości powierzchni celowe może okazać się użycie walca o gumowych kołach.

Po ułożeniu warstwy rozścielaczem – zagęszcza się ją poprzez 2 statyczne przejazdy walca, a następnie – kontynuuje z włączonym wibratorem wału. Dla określenia wymaganej ilości przejazdów walca należy regularnie kontrolować stopień zagęszczenia.

Szczeliny - zwłaszcza szczeliny na zakończenie dziennej działki roboczej lub nacięcia karbowe - muszą być wykonywane pionowo, by uniknąć wyboczenia. **Rysunek 1: Wałowanie pasami – formowanie szwu i krawędzi**

### 2.5. Nacięcia i szczeliny

Podbudowy z betonu świeżo zawałowanego należy podzielić nacięciami karbowymi na płyty, zaś w warstwach ścieralnych ponacinać szczeliny, dzięki czemu uniknie się "dzikich" pęknięć. Nie ma konieczności kotwienia lub dyblowania płyt.

W miejscach połączenia z mostami lub innymi obiektami budowlanymi przechodzącymi przez całą szerokości jezdni, które to obiekty nie powinny być obciążane znacznymi siłami wzdłużnymi, należy przewidzieć nakładkę z asfaltu o długości co najmniej 15 m.

Przy zmianie rodzaju konstrukcji na przejściu od podbudowy z betonu wałowanego na górną nawierzchnię asfaltową w warstwie ścieralnej z asfaltu należy naciąć szczelinę i zalać

ją. Szczeliny i nacięcia karbowe poprzeczne przebiegają na ogół pod kątem prostym do osi drogi. W obrębie obiektów mostowych mogą one mieć również przebieg ukośny w stosunku do osi drogi.

Szczeliny i nacięcia karbowe podłużne nie powinny przebiegać w strefie kolein - w miarę możliwości należy dostosowywać je do przebiegu oznakowań pasów ruchu.

Ze względu na zagrożenie odłamaniami, należy unikać zbiegu płyt po łuku lub pod ostrym kątem. Płyty o silnie zakrzywionych krawędziach rozgraniczających utrudniają swobodny ruch warstwy wałowanego betonu i mogą prowadzić do pęknięć.

Na powierzchniach parkingowych podział na płyty winien w miarę możliwości odpowiadać skrajni stanowisk postojowych.

W miarę możliwości, w obrębie powierzchni z betonu wałowanego należy unikać elementów wbudowanych na stałe (np. korytek odwadniających, ulicznych studzienek ściekowych, kanałów). Jeśli już muszą być one rozmieszczone, to należy je oddzielić przestrzenną szczeliną dylatacyjną od warstwy betonu wałowanego.

Nacięcia karbowe i nacięcia szczelinowe na przekroju podłużnym i poprzecznym muszą być wykonane pionowo na głębokość od 35% do 40 % grubości ułożonej warstwy.

W podbudowach z betonu wałowanego - po zagęszczeniu przy pomocy walca wibracyjnego, za pomocą odpowiednich urządzeń np. prowadzonego ręcznie małego walca z naspawanym stalowym ostrzem tnącym - w świeżym (wiążącym, twardniejącym) betonie wykonuje się szczeliny karbowe. W przypadku mieszanek betonowych o bardzo wysokiej wytrzymałości wczesnej, cięcie świeżego betonu jest lepsze od wyciskania szczelin karbowych.

#### 2.5.1. Nacięcia karbowe w podbudowach

Odstęp pomiędzy nacięciami karbowymi nie powinien przekraczać 3 m. Podbudowy z betonu wałowanego wbudowywane na szerokościach powyżej 5 m należy podzielić w kierunku podłużnym co najmniej jednym nacięciem karbowym.

Szczeliny karbu muszą być skuteczne na tyle, by na powierzchni płyt podczas ich kurczenia się nie powstały zarysowania. Przerwanie ciągłości warstwy w obrębie karbu można uzyskać najeżdżając załadowanym samochodem ciężarowym z obsługi placu budowy lub poprzez obciążenie go ciężkim walcem wibracyjnym. Moment przerwania ciągłości należy dobrać tak, by z jednej strony uzyskać zerwanie (pęknięcie) w miejscu odcisku szczeliny, zaś z drugiej - wykluczyć możliwość uszkodzenia wałowanego betonu.

#### 2.5.2. Szczeliny w warstwach ścieralnych

Odstęp pomiędzy szczelinami nie powinien przekraczać 3 m. W uzasadnionych przypadkach odstępy można zwiększyć. Warstwy ścieralne z betonu wałowanego wbudowywane na szerokościach powyżej 5 m należy podzielić w kierunku podłużnym co najmniej jedną szczeliną. Szczeliny winny być wycięte i zalane.

Rozróżnia się szczeliny pozorne, dylatacyjne i kontrakcyjne dotykowe (naciskowe):

- s z c z e l i n y p o z o r n e są zadanymi (wymuszonymi) miejscami pęknięć w warstwie ścieralnej utworzonymi poprzez nacięcia karbowe jej górnej strony.
- s z c z e l i n y d y l a t a c y j n e oddzielają płyty betonowe od innych, wbudowanych na całej ich grubości; dzięki szerokiej, z góry ukształtowanej przestrzennie szczelinie i odpowiedniej wkładce - umożliwiają niezależne rozszerzanie się płyt.

· szczeliny kontrakcyjne dotykowe oddzielają płyty od siebie na całej ich grubości jednak w odróżnieniu od szczelin dylatacyjnych nie pozostawiają wolnej przestrzeni na rozszerzanie się płyt.

Przy rozmieszczaniu szczelin dylatacyjnych i kontrakcyjnych dotykowych należy kierować się parametrami lokalnymi oraz harmonogramem wykonywania prac budowlanych.

## 2.6. Pielęgnacja

Po zakończeniu procesu zagęszczania i wykańczania powierzchni betonu należy niezwłocznie rozpocząć proces pielęgnacji. W tym celu konieczne jest, pokrycie powierzchni betonu preparatem hydrofobowym białym, posiadającym ważny dokument dopuszczenia do obrotu, zgodnie z Ustawą o wyrobach budowlanych. Zużycie preparatu powinno odpowiadać zaleceniom producenta. Preparatem pielęgnacyjnym należy również pokryć boczne powierzchnie płyt.

Inne sposoby pielęgnacji nawierzchni wymagają aprobaty Inżyniera.

W temperaturach poniżej +5°C należy uwzględnić zalecenia, podane w rozdziale 6.6.1.

## 2.7. Uwzględnienie warunków pogodowych

Jeśli w trakcie wbudowywania zachodzi ryzyko zmiany temperatury powietrza poniżej +5°C lub powyżej +25°C, należy uwzględnić wymagania, podane w tabeli 1 poniżej:

**Tabela 1. Temperatury przy wykonywaniu betonu wałowanego**

Wbudowywanie betonu wałowanego	Temperatura powietrza lub betonu
dopuszczalne	$5^{\circ}\text{C} \leq \text{temperatura powietrza} \leq 25^{\circ}\text{C}$ $5^{\circ}\text{C} \leq \text{temperatura betonu} \leq 30^{\circ}\text{C}$
dopuszczalne jedynie pod warunkiem wykonania dodatkowych działań szczególnych	temperatura powietrza $> 25^{\circ}\text{C}$
niedopuszczalne	podłoże stale zamarznięte temperatura powietrza $\leq -3^{\circ}\text{C}$ temperatura betonu $< 5^{\circ}\text{C}$ temperatura betonu $> 30^{\circ}\text{C}$

## 2.8. Wbudowywanie w niskich temperaturach

Jeśli w trakcie prac betoniarskich zachodzi ryzyko obniżenia temperatury powietrza/otoczenia, należy być przygotowanym do działań ochronnych. Mają one zapewnić utrzymanie temperatury betonu na poziomie powyżej + 5°C co najmniej w okresie pierwszych 7 dni jego dojrzewania.

Jeśli prace betoniarskie muszą być prowadzone w temperaturze powietrza poniżej +5°C, należy podjąć właściwe działania, jak. np.:

- podwyższenie zawartości spoiwa,
- użycie spoiw zapewniających szybszy rozwój wytrzymałości,
- podgrzewanie wody zarobowej oraz w razie potrzeby również podgrzewanie kruszyw mineralnych,
- osłony ocieplające dla ochrony przed mrozem.

Nie wolno używać zmrożonych kruszyw mineralnych.

## 2.9. Wbudowywanie w wysokich temperaturach

Jeśli prace prowadzone są przy temperaturze powietrza ponad +25 °C, temperaturę świeżego betonu wałowanego należy kontrolować w miejscu jego wbudowywania. Nie może ona przekraczać +30°C.

Oprócz zalecanych zabiegów wykańczających i pielęgnacyjnych należy podjąć odpowiednie działania przeciwdziałające niekorzystnym wpływom wysokiej temperatury na beton wałowany. Takimi działaniami mogą być np.:

- schładzanie podłoża poprzez zwilżanie,
- chłodzenie wody zarobowej,
- spryskiwanie grubego kruszywa mineralnego wodą,
- nakładanie wilgotnej tkaniny jutowej lub nawilżanych folii na hałdy magazynowe kruszyw.

## **6 KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **1. Wymagania dotyczące Wykonawcy**

#### **1.1. Stopień zagęszczenia**

Stopień zagęszczenia nie stwardniałej jeszcze warstwy betonu wałowanego nie może być niższy niż 96% wartości zagęszczenia według zmodyfikowanej metody Proctora.

#### **1.2. Wytrzymałość na ściskanie**

Wytrzymałość betonu wałowanego na ściskanie nie może być niższa niż wymagania podane w punkcie 1.3 i 3.2.2.

#### **1.3. Ułożenie zgodne z profilem**

Powierzchnia warstwy betonu wałowanego nie może wykazywać odchyłek od żadanego poziomu wysokości o więcej niż  $\pm 2,0$  cm, jednak tylko pod warunkiem, że odchyłki rozkładają się w podobny sposób na większej długości, a różnicy wysokości nie można stwierdzić ani wizualnie, ani nie wyczuwa się podczas jazdy.

#### **1.4. Równość**

Nierówności powierzchni warstwy betonu wałowanego w obrębie odcinka pomiarowego o długości 4 m nie mogą przekraczać 1,0 cm.

W przypadku konieczności spełnienia ww. wymagań odnośnie równości, należy w wykazie robót przewidzieć działania szczególne (np. szlifowanie).

#### **1.5. Grubość ułożonej warstwy**

Za grubość ułożenia przyjmuje się średnią arytmetyczną wszystkich wartości jednostkowych grubości ułożenia dla danej warstwy - na całym odcinku budowy. Przy określaniu wartości średniej, wolno uwzględniać jednostkowe wartości grubości wbudowania wykraczające ponad grubość wbudowania wymaganą w umowie budowlanej jedynie o maksimum 2,0 cm.

Dla podbudów grubość ułożenia nie może być mniejsza o więcej niż 10% wartości wymaganej w umowie budowlanej (wartość żądana).

Niezależnie od średniej, jednostkowe wartości grubości ułożenia mogą być mniejsze niż wartość wymagana w umowie budowlanej (wartość żądana), nie więcej niż o 3,0 cm.

Dla warstw ścieralnych zasadniczo obowiązują wartości wymagane w umowie budowlanej. Odchyłki na poszczególnych próbkach mogą być mniejsze niż grubość ułożenia, nie więcej niż o 0,5 cm.

### **2. Badania**

Zakres badań do wykonania przez Producenta betonu na **etapie projektowania składu**:

Oдноśnie kruszyw mineralnych:

- uziarnienie.

Oдноśnie mieszanki betonowej:

- gęstość maksymalna wg zmodyfikowanej metody Proctora, dla optymalnej zawartości wody (wilgotność optymalna),

- wytrzymałość na ściskanie,

- wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu,

- odporność na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzających - jeżeli są wyspecyfikowane.

#### **2.1. Badania w ramach samokontroli**

Przy wytwarzaniu mieszanki betonowej w wytwórni betonu – Producent betonu winien:

- zbadać uziarnienie kruszywa; częstotliwość badań – jak w normie PN-EN 206-1 (Tabela 22),

- zbadać wilgotność piasku przy każdej dostawie mieszanki betonowej i zgodnie z wymogami, jednak co najmniej dwa razy dziennie,

- sprawdzić wizualnie każdą dostawę kruszywa, czy odpowiada ona zamówionemu sortymentowi – zgodnie z normą PN-EN 206-1 (Tabela 22 – pkt. 3),

- zmierzyć temperaturę powietrza - co najmniej jeden raz dziennie, (trzy razy dziennie dla określenia średniej dobowej),

- zmierzyć temperaturę świeżego betonu - zgodnie z wymogami, jednak nie rzadziej niż jeden raz dziennie i przy każdym pobieraniu próbek,

- oznaczyć wytrzymałość na ściskanie z częstością 1 próbka na 100 m<sup>3</sup> jednak nie rzadziej niż jedna próbka w każdym dniu produkcyjnym,



- oznaczyć wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu, z częstotścią 1 próbka na 1000 m<sup>3</sup>, lecz nie mniej niż 1 seria (3 próbki) na dzienną działkę roboczą.

## **2.2. Na placu budowy Wykonawca nawierzchni winien zbadać:**

- jakość mieszanki betonowej - ocena wizualna,
- zawartość wody (wilgotność) co każde rozpoczęte 3000 m<sup>2</sup> wbudowanej powierzchni, jednak nie rzadziej niż dwa razy dziennie,
- stopień zagęszczenia i wilgotność w odstępach mniejszych niż 500 m, minimum co każde rozpoczęte 6000 m<sup>2</sup> nie stwardniałej jeszcze warstwy betonu wałowanego,
- gęstość objętościową i wilgotność - zgodnie z wymogami,
- wytrzymałość na ściskanie - minimum jeden raz dziennie,
- zgodność ułożenia z profilem i równość - zgodnie z wymogami.

## **2.3. Badania kontrolne powykonawcze obejmują:**

- stopień zagęszczenia i wilgotność - zgodnie z wymogami, minimum co każde rozpoczęte 6000 m<sup>2</sup> warstwy betonu wałowanego,
- wytrzymałość na ściskanie - na odwiercie co każde rozpoczęte 3000 m<sup>2</sup>, jednak co najmniej jeden raz dziennie,
- grubość ułożenia - co najmniej jeden raz dziennie,
- zgodność ułożenia z profilem i równość - w odstępach nie większych niż 50 m.

## **7. OBMIAR ROBÓT**

### **7.1. Ogólne zasady obmiaru robót**

Ogólne zasady obmiaru robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 7.

### **7.2. Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiarową jest m<sup>2</sup> (metr kwadratowy) warstwy nawierzchni z betonu cementowego.

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

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

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, SST i wymaganiami Inspektora Nadzoru, jeżeli wszystkie badania i pomiary z zachowaniem tolerancji według pkt 6 dały wyniki pozytywne.

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

### **9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności**

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 9.

### **9.2. Cena jednostki obmiarowej**

Cena wykonania 1 m<sup>2</sup> nawierzchni betonowej obejmuje:

- prace pomiarowe,
- prace przygotowawcze, oznakowanie robót,
- 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
- wycięcie, oczyszczenie i wypełnienie materiałem uszczelniającym podłużnych i poprzecznych szczelin, zgodnie z dokumentacją projektową i specyfikacją techniczną,
- przeprowadzenie wymaganych pomiarów i badań laboratoryjnych mieszanki i nawierzchni,
- pielęgnacja wykonanej nawierzchni. zgodnie z wymaganiami SST

## **10 PRZEPISY ZWIĄZANE, LITERATURA**

1. PN-EN 15167-1:2007 – Mielony granulowany żużel wielkopiecowy do stosowania w betonie, zaprawie i zaczynie. Część 1: Definicje, specyfikacje i kryteria zgodności.
2. PN-EN 13286-51:2005 – Mieszanki związane i niezwiązane spoiwem hydraulicznym. Część 51: Metoda dla przemysłowego badania próbek związanych spoiwem hydraulicznym za pomocą zagęszczania młotem wibracyjnym.
3. Katalog typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych, Załącznik do zarządzenia nr 30 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014r.
4. Rendchen K., Hersel O.: Erfahrungen mit Verkehrsflächen aus Walzbeton in Deutschland. UPDATE – 4/2006, s. 2-8.