

OGÓLNE SPECYFIKACJE TECHNICZNE

D - xx.xx.xx

DROGOWY BETON WAŁOWANY (BW)

Zgodnie z decyzją Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad niniejsza ogólna specyfikacja techniczna stanowi obowiązującą podstawę sporządzenia specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót budowlanych (STWiORB) przy zlecaniu i realizacji robót na drogach krajowych oraz jest zalecana do wykorzystania przy zlecaniu robót na drogach wojewódzkich, powiatowych i gminnych.

Treść ogólnej specyfikacji technicznej opracowano wg stanu na dzień 31 maja 2013 r. Przy sporządzaniu STWiORB należy uaktualnić przepisy zawarte w wykorzystywanej niniejszej ogólnej specyfikacji technicznej.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	
BŁĄD! NIE ZDEFINIOWANO ZAKŁADKI.	
2. MATERIAŁY	5
3. WYMAGANE WŁAŚCIWOŚCI MIESZANKI BETONOWEJ ORAZ STWARDNIAŁEGO BETONU	6
4. WYMAGANIA CO DO WYPOSAŻENIA WYTWÓRNI BETONU ORAZ JEJ POTENCJAŁU PRODUKCYJNEGO	7
5. TRANSPORT MIESZANKI BETONOWEJ	8
6. WYKONYWANIE WARSTWY	8
7. PRZEPISY ZWIĄZANE, LITERATURA	14

NAJWAŻNIEJSZE OZNACZENIA I SKRÓTY

OST	- ogólna specyfikacja techniczna
STWiORB	- specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych

D xx.xx.xx DROGOWY BETON WAŁOWANY

1. WSTĘP

Niniejsza specyfikacja zawiera wytyczne wykonania i odbioru nawierzchni drogowych z użyciem betonu cementowego, zagęszczanego metodą wałowania. Opisuje składniki, zasady ich doboru, tok wytwarzania mieszanek betonowych, ich wbudowywania i zagęszczania.

1.1 Przedmiot „Ogólnej Specyfikacji Technicznej (OST-BW)”

Niniejsza ogólna specyfikacja techniczna (OST) określa wymagania dla produkcji, transportu i zabudowy betonu cementowego w nawierzchnię drogową lub podbudowę, zagęszczanego z wykorzystaniem techniki wałowania.

1.2 Zakres stosowania OST-BW

Ogólna specyfikacja techniczna OST-BW stanowi podstawę opracowania szczegółowej specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót budowlanych (STWIORB). Uznawana jest za dokument przetargowy przy zleceniu i realizacji budowy dróg. Jest wiążąca dla projektantów, producentów i dostawców betonu oraz wykonawców dróg.

Specyfikacja dotyczy zabudowy betonu wałowanego w warstwę konstrukcji drogowej sztywnej: podbudowy lub nawierzchni (warstwa ścieralna).

Beton wałowany można ponadto stosować przy budowie nawierzchni placów przemysłowych, składów kontenerowych, magazynów, nawierzchni obiektów portowych, lotniskowych i wojskowych, parkingów, dróg przemysłowych i wewnątrz-zakładowych, podłóg hal fabrycznych, zatok autobusowych, duktów leśnych, dróg polnych oraz ścieżek rowerowych, a także - dróg technicznych (dojazdowych, objazdowych, serwisowych itp.).

1.3 Zakres robót objętych OST-BW

W technologii BW można wykonywać :

- nawierzchnie nie narażone na działanie opadów atmosferycznych oraz soli odladzających - 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 technicznych (dojazdowych, objazdowych czy serwisowych), dróg wewnętrznych, placów manewrowych itp. (o obciążeniu odpowiadającemu 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)

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

1.4.2. Mieszanka betonowa – całkowicie wymieszane składniki betonu, które są jeszcze w stanie umożliwiającym zagęszczanie wybraną metodą

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

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

1.4.5. 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

1.4.6. 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

1.4.7. 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 ($f_{ck, cyl}$),
- liczba „45” oznacza wytrzymałość charakterystyczną określoną na próbkach sześciennych o boku 150 mm ($f_{ck, cube}$)

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

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

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

1.4.11. 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

1.4.12. Szczeliny konstrukcyjne (poprzeczne) - wykonuje się na całej grubości płyty nawierzchni betonowej. Szczeliny konstrukcyjne umożliwiają rozszerzanie płyt w zakresie szerokości przecięcia

1.4.13. Szczelina skurczowa podłużna (pozorna) – nacina się ją w twardniejącym betonie, gdy szerokość jezdni jest większa niż 6,0 m

1.4.14. 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

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

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

1.4.17. 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

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

1.4.19. 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

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

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

2. MATERIAŁY

2.1 Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Materiały stosowane do wytwarzania mieszanek betonowych, przeznaczonych do wbudowywania w technologii BW, powinny spełniać wymagania przypisane określonym właściwościom.

2.2 Cement

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

2.3 Kruszywo

W mieszankach betonowych przeznaczonych do wbudowywania z zastosowaniem technologii BW stosuje się kopalne kruszywa naturalne (jak np. żwir, piasek naturalny) lub kruszywa łamane (jak np. grys) i/lub sztuczne kruszywa mineralne, pochodzące z recyklingu. Kruszywa muszą być zgodne z wymaganiami normy PN-EN 12620 oraz gwarantować uzyskanie uzgodnionych parametrów trwałościowych betonu.

2.4 Woda

Woda zarobowa powinna być zgodna z wymaganiami normy PN-EN 1008.

2.5 Domieszki

Domieszki powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 934-2.

2.6 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

3. WYMAGANE WŁAŚCIWOŚCI MIESZANKI BETONOWEJ ORAZ STWARDNIAŁEGO BETONU

3.1 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.

3.1.1 Zawartość spoiwa

W przypadku warstw ścieralnych, minimalną zawartość cementu należy przyjmować na poziomie 270 kg/m³.

3.1.2 Zawartość dodatków

Zastosowanie dodatków mineralnych takich jak np. popiół lotny krzemionkowy zwiększa podatność mieszanki betonu na zagęszczanie. Zalecana zawartość dodatku to ok. 90 kg/m³.

3.1.3 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/m³. 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.

3.1.4 Uziarnienie kruszyw

Do wykonywania mieszanek betonu wałowanego przeznaczonych 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.

3.1.5 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 wodozadržności 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.

Stwierdzone na budowie odchyłki optymalnej zawartości wody mieszanki betonowej od zadanych wartości określonych w badaniu przydatności powinny się wahać w przedziale ±1,0 %.

3.2 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.

3.2.1 Wykonywanie próbek do badań

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

3.2.1.1 Formy do badań

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

3.2.1.2 Zagęszczanie mieszanki w formie

Mieszankę 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

3.2.2 Gęstość

Gęstość betonu winna być obliczana 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.

3.2.3 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 normie PN-EN 206-1 dla danej klasy wytrzymałości na ściskanie.

3.2.4 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 nawierzchni drogi o kategorii ruchu KR1-KR2)

3.2.5 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 mm² do 22 500 mm². 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 polne i leśne, place składowe, podłogi hal fabrycznych, ścieżki rowerowe - i inne, nie narażone na równoczesne oddziaływanie mrozu i chemicznych środków zimowego utrzymania dróg.

4. WYMAGANIA CO DO WYPOSAŻENIA WYTWÓRNI BETONU ORAZ JEJ POTENCJAŁU PRODUKCYJNEGO

4.1 Produkcja mieszanki betonowej

4.1.1 Informacje ogólne

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/m³ zagęszczonego betonu wałowanego,
- współczynnik zagęszczenia wg zmodyfikowanej metody Proctora przy danej zawartości wody,
- rodzaj, pochodzenie i ilość składników dodatkowych w kg/m³ zagęszczonego betonu wałowanego,
- rodzaj, pochodzenie i zawartość domieszek.

4.1.2 Sposób magazynowania składników

Składniki stanowiące wsad do mieszalnika podczas produkcji betonu powinny być składowane w sposób uniemożliwiający ich zanieczyszczenie lub/i mieszanie się ze sobą.

4.1.3 Mieszanie

Mieszanka betonowa przeznaczona do wykonania betonu wałowanego powinna być wytwarzana w profesjonalnej wytwórni mieszanek betonowych, zainstalowanej na placu budowy lub w betoniarni stacjonarnej poza placem budowy.

Czas mieszania składników betonu należy wyznaczyć doświadczalnie. Musi być wystarczająco długi, aby wszystkie składniki betonu równomiernie wymieszały się ze sobą - dając jednorodną mieszankę. Czas ten nie powinien być krótszy niż 60 sekund.

Dozowanie składników musi być na tyle wydajne, by zapewnić odpowiednią ich ilość w zarobie, zgodnie z przedstawioną recepturą betonu. Przy naważaniu składników betonu - dopuszczalne odchyłki od wartości założonych muszą się mieścić w określonych przedziałach, podanych w normie PN-EN 206-1.

5. TRANSPORT MIESZANKI BETONOWEJ

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

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

6. WYKONANIE WARSTWY

6.1 Informacje ogólne

Podłoże (obszar pod układaną podbudową) powinno być sprowadzone 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 zamrzniętym 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 zleconego 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.

6.2 Układanie mieszanki betonowej

6.2.1 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, zwłaszcza w obrębie spodu warstwy. Minimalna grubość wbudowywanego betonu wałowanego wynosi 12 cm.

6.2.2 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 uaktywni się proces wiązania i twardnienia.

Przy wbudowywaniu betonu wałowanego z zastosowaniem drogowych rozścielaczy asfaltu należy wyposażyć je w listwę intensywnego wibrowania i automatykę niwelacji.

6.2.3 Wbudowywanie

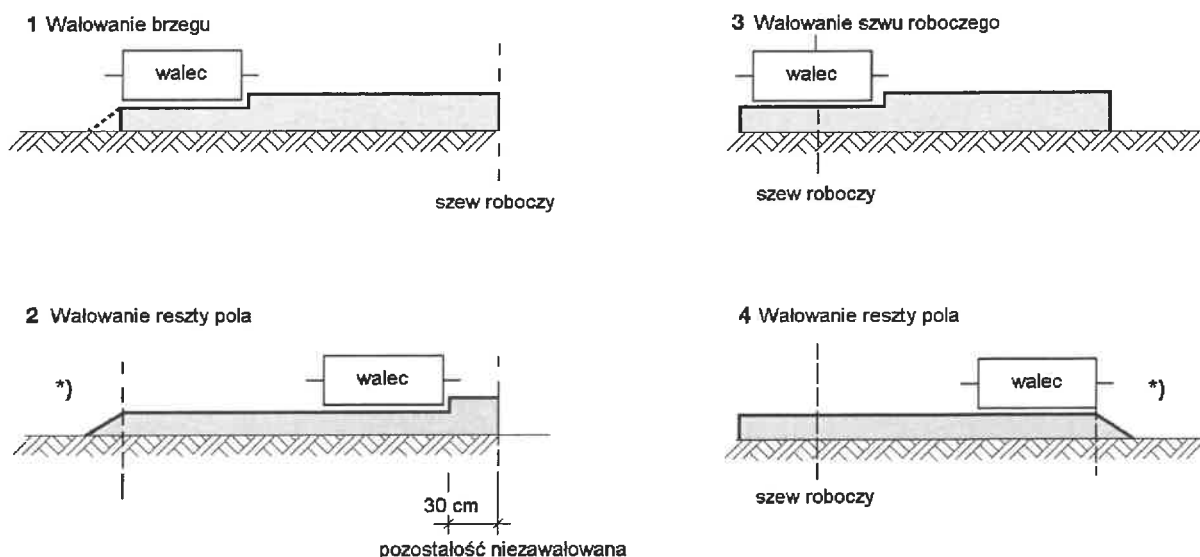
Przy wbudowywaniu pasami - spoiny wzdłużne należy wytwarzać według zasady "świeże na świeże" i zagęszczać „na zakład”. Podczas zagęszczania strefy spoin, zabudowa pasa dołączonego musi następować na tyle szybko, by zawałowany już beton wbudowanego obok pasa – nie był starszy niż 60 min. Takie postępowanie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

6.3 Zagęszczanie poprzez wałowanie

Świeżo ułożoną warstwę mieszanki betonowej należy zagęszczać walcem/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 wyprzedzające użycie walca na 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 wybożenia.



*) w razie potrzeby – nadmiar usunąć

Rysunek: wałowanie pasami – formowanie szwu i krawędzi

6.4 Nacięcia i szczeliny

Podbudowy z betonu świeżo zawałowanego należy podzielić na płyty liniowymi odciskami karbu, zaś warstwy ścieralne – poprzez liniowe nacięcia szczelin, 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 odłamaniem, 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 od warstwy betonu wałowanego - przestrzenną szczeliną dylatacyjną.

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

W przypadku podbudowy - po zagęszczeniu przy pomocy walca wibracyjnego, w świeżym (wiążącym, twardniejącym) betonie wykonuje się szczeliny karbowe za pomocą

odpowiednich urządzeń np. prowadzonego ręcznie małego walca z naspawanym stalowym ostrzem tnącym. W przypadku mieszanek betonowych o bardzo wysokiej wytrzymałości wczesnej, cięcie świeżego betonu jest lepsze od wyciskania szczelin karbowych.

6.4.1 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.

6.4.2 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 przestrzeni szczeliny i odpowiedniej wkładce - umożliwiają niezależne rozszerzanie się płyt,
- s z c z e l i n y k o n t r a k c y j n e - d o t y k o w e 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.

6.5 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 ważne świadectwo dopuszczenia do obrotu, zgodnie z Ustawą o wyrobach budowlanych. Zużycie preparatu powinno odpowiadać zaleceniom producenta. Preparatem pielęgnacyjnym trzeba 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.

6.6 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 – poniżej:

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 - wg pkt 6.6.1 i 6.6.2	temperatura powietrza $< 5^{\circ}\text{C}$ temperatura powietrza $> 25^{\circ}\text{C}$
Niedopuszczalne	podłoże stale zamrożone temperatura powietrza $\leq -3^{\circ}\text{C}$ temperatura betonu $< 5^{\circ}\text{C}$ temperatura betonu $> 30^{\circ}\text{C}$

6.6.1 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 $+5^{\circ}\text{C}$ co najmniej w okresie pierwszych 7 dni jego dojrzewania.

Natomiast gdy prace betoniarskie muszą być prowadzone w temperaturze powietrza poniżej $+5^{\circ}\text{C}$, 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 betonu przed mrozem.
- Nie wolno używać zmrożonych kruszyw mineralnych.

6.6.2 Wbudowywanie w wysokich temperaturach

Jeśli prace prowadzone są przy temperaturze powietrza ponad $+25^{\circ}\text{C}$, temperaturę świeżego betonu wałowanego należy kontrolować w miejscu jego wbudowywania. Nie może ona przekraczać $+30^{\circ}\text{C}$.

Oprócz zalecanych zabiegów wykańczających i pielęgnacyjnych należy podjąć odpowiednie działania, przeciwdziałające niekorzystnym wpływom wysokiej temperatury na beton wałowany. Takim działaniem może być np.:

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

6.7 Wymagania i badania

6.7.1 Wymagania dotyczące Wykonawcy

6.7.1.1 Stopień zagęszczenia

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

6.7.1.2 Wytrzymałość na ścislenie

Wytrzymałość betonu wałowanego na ścislenie nie może być niższa od wartości podanych w punkcie 1.3 i oznaczonych wg zaleceń z punktu 3.2.3.

6.7.1.3 Ułożenie zgodne z profilem

Powierzchnia warstwy betonu wałowanego nie może wykazywać odchyłek od żądanego poziomu wysokości - 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.

6.7.1.4 Równość

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

Na wypadek konieczności zadośćuczynienia ww. wymaganiu odnośnie równości, w wykazie robót należy przewidzieć działania szczególne (np. szlifowanie).

6.7.1.5 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.

6.7.2 Badania

6.7.2.1 Zakres badań do wykonania przez Producenta betonu na etapie projektowania składu

odnośnie kruszyw mineralnych:

- uziarnienie.

odnośnie 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 odladzającej - jeżeli są wyspecyfikowane.

6.7.2.2 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 (Tabl. 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 (Tabl. 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 m³ jednak nie rzadziej niż jedna próbka w każdym dniu produkcyjnym,
- oznaczyć wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu, z częstością 1 próbka na 1000 m³, lecz nie mniej niż 1 seria (3 próbki) na dzienną działkę roboczą .

Na placu budowy Wykonawca winien zbadać:

- jakość mieszanki betonowej - ocena wizualna,
- zawartość wody (wilgotność) co każde rozpoczęte 3000 m² wbudowanej powierzchni, jednak nie rzadziej niż dwa razy dziennie,
- stopień zagęszczenia i wilgotność w odstępach mniejszych niż 500 m, minimum co każde rozpoczęte 6000 m² 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.

6.7.2.3 Badania kontrolne powykonawcze obejmują:

- stopień zagęszczenia i wilgotność - zgodnie z wymogami, minimum co każde rozpoczęte 6000 m² warstwy betonu wałowanego,
- wytrzymałość na ściskanie - na odwiercie co każde rozpoczęte 3000 m², 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. PRZEPISY ZWIĄZANE, LITERATURA

PN-EN 15167-1:2007 – Mielony granulowany żużel wielkopiecowy do stosowania w betonie, zaprawie i zaczynie. Część 1: Definicje, specyfikacje i kryteria zgodności

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

Rendchen K., Hersel O.: Erfahrungen mit Verkehrsflächen aus Walzbeton in Deutschland. UPDATE – 4/2006, s. 2-8

Kohutek Z.: Niemieckie doświadczenia z betonem wałowanym. Magazyn AUTOSTRADY – 11/2012, s. 24-29