

Szczegółowa Specyfikacja Techniczna

M – 23.00.00. USTROJE NOŚNE

M – 23.51.00. Przesła betonowe

**M - 23.51.30. Naprawa powierzchni betonu przesł metodą torkretowania
zaprawami betonowymi**

**M - 23.51.31. Naprawa powierzchni betonu przesł fibrobetonem metodą
natryskową**

**M - 23.51.32. Naprawa powierzchni betonu przesł metodą torkretowania
zaprawami typu PCC**

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot SST

Przedmiotem niniejszej SST są wymagania techniczne dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z naprawą powierzchni betonu przesł metodą torkretowania.

1.2. Zakres stosowania SST

SST jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy, oraz przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt. 1.1.

1.3. Zakres robót objętych SST

Roboty, których dotyczy specyfikacja, obejmują czynności związane z wykonaniem napraw powierzchni betonu przesł metodą torkretowania (natryskową). Zakres robót obejmuje:

- przygotowanie powierzchni betonu,
- wymianę skorodowanych prętów zbrojeniowych na nowe,
- wykonanie siatki zbrojeniowej,
- natryskiwanie warstwy naprawczej (torkretowanie),
- pielęgnację naprawionej powierzchni.

1.4. Określenia podstawowe

Określenia stosowane w niniejszej SST są zgodne z obowiązującym prawem budowlanym, właściwymi normami oraz określeniami podanymi w cytowanym piśmiennictwie technicznym.

1.4.1. Torkretowanie - proces polegający na dynamicznym narzucaniu zaprawy lub mieszanki betonowej na torkretowaną powierzchnię

1.4.2. Torkret - mieszanka betonowa lub zaprawa narzucana na powierzchnię torkretowaną

1.4.3. Fibrobeton – beton z dodatkiem rozproszonego zbrojenia w postaci cienkich włókien stalowych lub polietylenowych

1.4.4. Zaprawa PCC – wg SST 23.51.20

2. MATERIAŁY

2.1. Wymagania ogólne

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w SST D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne” p.2.

2.2. Dobór materiałów

Do uzupełniania ubytków w betonie konstrukcyjnym metodą torkretowania należy stosować zaprawy betonowe, fibrobeton oraz zaprawy typu PCC, które charakteryzują się następującymi parametrami [36]:

- wytrzymałość na ściskanie - min. 30 MPa dla napraw konstrukcji żelbetowych, min. B35 dla napraw konstrukcji sprężonych,
- nasiąkliwość - max. 4%,
- mrozoodporność - min. F150,
- wodoprzepuszczalność – min. W8.

2.2.1. Cement

Do wykonania mieszanek betonowych należy stosować cement portlandzki niskoalkaliczny bez dodatków, klasy 42,5 wg PN-88/B-30000 [6]. Wymagany jest następujący skład cementu [36]:

- zawartość krzemianu trójwapniowego (alitu) C_3S – max. 60%,
- zawartość glinianu trójwapniowego C_3A – max. 7%,
- zawartość żelazianu czterowapniowego i glinianu trójwapniowego $C_4AF + 2 C_3A$ – max 20%.

2.2.2. Kruszywo

2.2.2.1. Kruszywo grube

Kruszywo do wykonania mieszanek betonowych powinno być marki nie mniejszej niż symbol liczbowy klasy betonu. Maksymalne średnice ziaren określają instrukcje obsługi sprzętu do torkretowania oraz warunki torkretowania. Maksymalna średnica ziaren powinna wynosić 1/3 grubości projektowanej warstwy torkretu oraz być mniejsza od 3/4 średnicy węża doprowadzającego kruszywo. Na warstwę kontaktową z podłożem, na warstwę wykończeniową oraz do torkretowania powierzchni silnie zbrojonych zalecane jest kruszywo drobniejsze).

Kruszywo powinno spełniać wszystkie wymagania PN-86/B-06712 [8].

Jako kruszywo grube należy stosować grysy granitowe, bazaltowe lub z innych skał zbadanych przez uprawnioną jednostkę badawczą, spełniające następujące wymagania [36] :

- zawartość pyłów mineralnych do 1%,
- zawartość ziaren nieforemnych (wydłużonych i płaskich) do 20%,
- wskaźnik rozkruszenia:
- dla grysów granitowych do 16%,
- dla grysów bazaltowych i innych do 8%,
- zawartość podziarna do 5%,
- zawartość nadziarna do 10%,
- nasiąkliwość do 1.2%,
- mrozoodporność wg metody bezpośredniej do 2%,
- mrozoodporność wg zmodyfikowanej metody bezpośredniej do 10%,
- reaktywność alkaliczna z cementem nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0.1%,
- zawartość związków siarki do 0.1%,
- zawartość zanieczyszczeń obcych do 0.25%.

2.2.2.2. Kruszywo drobne

Kruszywem drobnym powinny być piaski o uziarnieniu do 2 mm pochodzenia rzeczno-łub kompozycja piasku rzeczno-łub i kopalnianego uszlachetnionego.

Zawartość poszczególnych frakcji w stosie okruszowym piasku powinna wynosić:

- ziarna do 0.25 mm - 14 do 19%,
- ziarna do 0.5 mm - 33 do 48%,
- ziarna do 1 mm - 57 do 76%,

Piasek powinien spełniać następujące wymagania [36]:

- zawartość pyłów mineralnych do 1.5%,
- reaktywność alkaliczna z cementem nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0.1%,
- zawartość związków siarki do 0.2%,
- zawartość zanieczyszczeń obcych do 0.25%.

W kruszywie drobnym nie dopuszcza się grudek gliny.

2.2.2.3. Uziarnienie kruszywa

Uziarnienie kruszywa do betonu klasy B35 i wyższej należy ustalać doświadczalnie, podczas projektowania składu mieszanki betonowej. Do betonu klasy B30 należy stosować kruszywo o łącznym uziarnieniu mieszczącym się w granicach podanych w tablicy 1.

Tablica 1. Zalecane graniczne uziarnienie kruszywa do 16 mm [36]

Wymiar boku oczka sita [mm]	Przechodzi przez sito [%]
0,25	3÷8
0,5	7÷20
1,0	13÷32
2,0	21÷42
4,0	36÷56
8,0	60÷76
16,0	100

Maksymalny wymiar ziaren kruszywa powinien pozwalać na wypełnienie mieszanką każdej części konstrukcji przy uwzględnieniu urabialności mieszanki, ilości zbrojenia i grubości otuliny.

2.2.3. Woda

Zalecane jest stosowanie wody wodociągowej pitnej. W przypadku innego źródła należy przeprowadzić bieżącą kontrolę zgodnie z PN-88/B-32250 [23].

2.2.4. Domieszki i dodatki

Jako dodatek do mieszanek betonowych może być dodawana mikrokrzemionka. Mikrokrzemionka przyspiesza wiązanie i twardnienie betonu, wpływa na zwiększenie wytrzymałości, zmniejszenie porowatości, wodoprzepuszczalności oraz jego odporności na wpływy agresywnych czynników chemicznych. Wzrasta mrozoodporność betonu i jego odporność na działanie czynników chemicznych. Wysoki stopień rozdrobnienia oraz niższa od cementu gęstość mikrokrzemionki powoduje zmianę konsystencji i gęstości objętościowej mieszanki betonowej. W celu utrzymania projektowanej konsystencji należy stosować plastyfikatory i superplastyfikatory.

Stosowanie plastyfikatorów pozwala na zmianę konsystencji mieszanki o 1 stopień w dół bez zmiany składu betonu i przy założonej wytrzymałości. Zmniejszenie ilości wody zarobowej dla uzyskania tej samej konsystencji co bez stosowania plastyfikatorów wynosi 10 do 20%, zagęszczenie i szczelność betonu są większe. Ulega podwyższeniu odporność na korozję siarczanową.

Dodatki napowietrzające zwiększają urabialność, plastyczność, jednorodność, wodoszczelność mieszanki i betonowej.

Zaleca się doświadczać sprawdzenie skuteczności domieszek przy ustalaniu receptury mieszanki betonowej.

Wybór domieszek i dodatków powinien być uzgodniony z Inspektorem Nadzoru a ich stosowanie zgodne z aktualnymi aprobatami technicznymi IBDiM oraz „Zaleceniami dotyczącymi stosowania domieszek i dodatków do betonów i zapraw w budownictwie komunikacyjnym [34].

2.2.5. Stal zbrojeniowa

Do zbrojenia torkretu w postaci siatek przypowierzchniowych należy stosować pręty okrągłe ze stali spawalnej. Zaleca się stosowanie prętów o średnicy od 6 do 10 mm ze stali żebrowanej A-II wg PN-91/S/10040 [26].

2.2.6. Włókna do wykonywania fibrobetonu

Należy stosować włókna w postaci cienkich drutów stalowych lub włókien z tworzyw sztucznych. Długość włókien powinna wynosić $20 \div 50$ mm a grubości $0,2 \div 0,5$ mm. Zaleca się stosowanie włókien z zakrzywionymi lub wyprofilowanymi końcami.

Włókna powstrzymują rozwój rys, w tym również rys skurczowych oraz zwiększają wytrzymałość betonu, zwłaszcza na rozciąganie oraz obciążenia dynamiczne. Zwiększa się trwałość betonu, wytrzymałość na ścieranie i mrozoodporność, zmniejsza nasiąkliwość i wodoprzepuszczalność.

2.2.7. Zaprawy typu PCC

Wymagania dla zapraw PCC podano w SST 23.51.20. Dodatkowo wymaga się, aby zastosowana zaprawa posiadała w aprobacie technicznej wpis o możliwości nanoszenia metodą natryskową.

2.3. Przechowywanie materiałów

2.3.1. Cement

Cement należy przechowywać w sposób zgodny z postanowieniami normy BN-88/6731-08 [7].

2.3.2. Kruszywa

Kruszywa należy przechowywać w sposób zabezpieczający przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi kruszywami i nadmiernym zawilgoceniem.

2.3.3. Dodatki domieszki

Dodatki domieszki powinny być przechowywane w oryginalnych opakowaniach w sposób zabezpieczający je przed zawilgoceniem.

2.3.4. Stal zbrojeniowa

Stal zbrojeniową należy przechowywać w sposób zabezpieczający przed zanieczyszczeniem gruntem.

2.3.5. Zaprawy typu PCC – wg SST 23.51.20.

3. SPRZĘT

3.1. Wymagania ogólne

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

3.2. Wykaz sprzętu do wykonania robót

Do przygotowania podłoża betonowego i czyszczenia stali zbrojeniowej stosuje się następujący sprzęt:

- piaskownicę lub śrutownicę,
- skrobaki, szczotki stalowe,
- młotki udarowe,
- zestaw sprzętu do bezpyłowego kruszenia betonu strumieniem wody pod wysokim ciśnieniem (do 100 MPa),
- odkurzacz przemysłowy,

- sprężarkę.

Do montażu zbrojenia potrzebne są:

- wiertarki elektryczne,
- spawarka,
- zestaw do spawania gazowego.

Do wykonania torkretowania wykorzystuje się:

- hydrofor o stałym ciśnieniu wody (z osprzętem),
- betoniarki o wymuszonym działaniu,
- torketnice,
- sprężarki ze zbiornikiem wyrównawczym.

Ponadto Wykonawca powinien dysponować rusztowaniem składanym.

4. TRANSPORT

4.1. Wymagania ogólne

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” p.4.

4.2. Inne wymagania dotyczące transportu

Materiały do wykonania naprawy betonu mogą być przewożone dowolnymi środkami transportu. Materiały powinny być w czasie transportu zabezpieczone przed szkodliwym działaniem czynników atmosferycznych oraz przed mechanicznym uszkodzeniem.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w SST D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne” p.5.

5.2. Przygotowanie robót

Przed rozpoczęciem prac Wykonawca powinien zgromadzić materiały wg pkt. 2 i sprzęt wg pkt. 3 oraz przygotować odpowiednie rusztowania i pomosty robocze.

Przed rozpoczęciem robót naprawczych, a po przygotowaniu podłoża betonowego, należy szczegółowo zinwentaryzować ubytki betonu. Inwentaryzacja powinna mieć formę szkiców, z naniesionymi wymiarami uszkodzonych powierzchni.

5.3. Opis wykonania robót

5.3.1. Wybór metody torkretowania

Stosowane są dwie metody torkretowania: sucha i mokra.

W metodzie suchej, z miejsca wytwarzania jest transportowana wężami sucha mieszanka kruszyw i cementu (w przypadku fibrobetonu również włókien zbrojących) do dyszy, gdzie mieszana jest z wymaganą ilością wody. Taka technologia powoduje, że mieszanka transportowana jest z dużą szybkością w strumieniu powietrza. Ciśnienie powietrza w przewodach jest rzędu $0,4 \div 0,8$ MPa.

Do podstawowych zalet metody suchej należą:

- doskonałe zagęszczenie, wywołane dynamicznym narzucaniem mieszanki, równorzędne z zagęszczeniem najlepszymi metodami w betonowaniu tradycyjnym,
- mały wskaźnik w/c, wynoszący $0,35 \div 0,50$; dzięki temu tworzy się zwarta i twarda warstwa betonu, pozwala to na torkretowanie grubszych warstw oraz wpływa korzystnie na wszystkie cechy mechaniczne i użytkowe betonu,
- korzystna struktura betonu wynikająca z mechanizmu odkładania się materiału na konstrukcji - w pierwszej kolejności na konstrukcji osadza się mleczko cementowe, w którą z dużą energią wciskane są ziarna kruszywa, dzięki czemu niewielka ilość kruszywa ulega odbiciu.

W metodzie mokrej, gotową mieszankę betonową, o właściwej wilgotności, transportuje się wężami z miejsca wytwarzania. W zależności od zastosowanej technologii powietrze jest wprowadzane do torkretnicy, tak jak w metodzie suchej, służąc jednocześnie jako środek transportowy, albo powietrze jest doprowadzane dopiero do dyszy wylotowej, a mieszankę transportuje się wykorzystując pompy. W metodzie tej mieszanka betonowa jest dokładnie wymieszana, a prędkość narzutu znacznie mniejsza niż w metodzie suchej.

Do zalet metody mokrej należą:

- nie występowanie zapylenia na stanowisku roboczym,
- mniejsze odbicie ziaren kruszywa.

Wadami metody mokrej są:

- brak wzbogacania w cement warstw torkretu przy powierzchni podłoża,
- brak głębokiej penetracji zaczynu cementowego w pory podłoża, co wpływa na pogorszenie przyczepności,
- gorsze zagęszczenie torkretu niż w metodzie suchej.

Do napraw powierzchni betonowych w obiektach mostowych zaleca się stosowanie suchej metody torkretowania. Torkretowanie tą metodą jest efektywniejsze, prostsze, a urządzenia do torkretowania lżejsze i bardziej mobilne.

5.3.2. Przygotowanie podłoża betonowego

Podstawowym warunkiem powodzenia naprawy jest odpowiednie przygotowanie podłoża.

Prawidłowo przygotowane do naprawy podłoże betonowe powinno charakteryzować się następującymi parametrami [36]:

- wytrzymałość na ściskanie: jak dla betonu klasy $\geq B25$,
- wytrzymałość podłoża betonowego na odrywanie:
 - wartość średnia $\geq 1,50$ MPa,
 - wartość minimalna = $1,0$ MPa,
- zawartość chlorków:
 - elementy żelbetowe $\leq 0,4\%$ masy cementu,

- elementy sprężone $\leq 0,2\%$ masy cementu,
 - pH betonu ≥ 10 .
- W zakres przygotowania podłoża wchodzi następujące prace:
- usunięcie pozostałości powłok ochronnych i pielęgnacyjnych oraz powierzchniowych zanieczyszczeń,
 - usunięcie mleczka cementowego i słabo związanych warstw betonu,
 - usunięcie szkodliwych substancji mogących mieć wpływ na połączenie nakładanych materiałów z betonem lub na korozję betonu oraz stali zbrojeniowej,
 - odkucie otuliny betonowej wokół skorodowanych prętów,
 - wymiana skorodowanych prętów zbrojeniowych,
 - oczyszczenie odsłoniętych prętów zbrojeniowych z rdzy,
 - oczyszczenie podłoża betonowego z wody, pyłów i części luźnych.

W przypadku korozji zbrojenia głębokość usuniętego betonu powinna sięgać co najmniej na jedną średnicę pręta w głąb od wewnętrznego lica pręta zbrojeniowego.

Pręty, w których ubytki korozyjne obejmują więcej niż 20% przekroju poprzecznego, należy zastąpić nowymi prętami o tych samych średnicach. W tym celu należy skorodowany odcinek pręta wyciąć i w jego miejsce wstawić nowy pręt. Połączenie nowego pręta z istniejącym należy wykonać przez spawanie spoiną pachwinową na długości 5d przy spoinie dwustronnej i 10d przy spoinie jednostronnej, gdzie d – średnica zastępowanego pręta. W przypadku wymiany prętów zbrojenia głównego dźwigarów, jednocześnie można wyciąć tylko jeden pręt zbrojeniowy. Kolejne skorodowane pręty mogą być usunięte dopiero po wstawieniu nowego pręta w miejsce usuniętego. Na czas prowadzenia w/w robót obiekt powinien być zamknięty dla ruchu.

Pręty o mniejszych uszkodzeniach korozyjnych należy oczyścić do stopnia czystości Sa 2,5 wg PN-96/ISO-8501-1 [24].

Przygotowanie powierzchni betonu i stali zbrojeniowej można realizować przez:

- skuwanie młotkami (ręcznymi, pneumatycznymi, elektrycznymi); metoda ma zastosowanie jedynie przy małych zakresach uszkodzeń i bardzo często wymaga dodatkowych zabiegów; jej stosowanie grozi uszkodzeniem „zdrowego” betonu w podłożu i stali zbrojeniowej,
- oczyszczanie za pomocą obrotowych szczotek stalowych, przydatne do usuwania powierzchniowych zanieczyszczeń na niewielkich powierzchniach,
- szlifowanie skorodowanych warstw betonu; metoda przydatna przy wystąpieniu powierzchniowej korozji betonu oraz do usuwania mleczka cementowego, stosowana przy niewielkich powierzchniach,
- opalanie palnikiem gazowym (oczyszczanie płomieniowe); metoda przydatna gdy powierzchnia betonu jest zanieczyszczona olejami, niezalecana ze względu na wprowadzanie naprężeń termicznych,
- piaskowanie lub śrutowanie; metoda uniwersalna, wydajna, szczególnie zalecana,
- czyszczenie strumieniem wody pod bardzo wysokim ciśnieniem (do 100 MPa), tak zwaną "lancą wodną"; metoda uniwersalna, wydajna, szczególnie zalecana, przydatne do oczyszczania powierzchni o skomplikowanych kształtach.

Podłoże przeznaczone do torkretowania powinno być nasycone wodą aby nie następowało odciąganie wody ze świeżego torkretu, a także w celu wywołania pęcznienia podłoża betonowego w celu zrekomensowania różnicy skurczów świeżego torkretu i starego podłoża. Takie nasycanie powinno być prowadzone przez minimum 2 - 3 dni.

Bezpośrednio przed torkretowaniem, powierzchnię betonu należy zmyć wodą pod ciśnieniem a następnie osuszyć, np. przedmuchując sprężonym powietrzem.

5.3.3. Przygotowanie zbrojenia siatkowego

Jeśli grubość warstwy naprawczej ma być większa od 3 cm, należy na naprawianej powierzchni zamocować siatki stalowe. Zbrojenie to spełnia funkcję zbrojenia przeciwskurczowego. Przy grubości narzutu do 4 cm wystarczy jedna warstwa siatki, przy większej grubości dwie siatki: jedną umieszcza się przy powierzchni torkretowanej, drugą na głębokości 2,5 cm pod powierzchnią warstwy torkretu.

Siatki trzeba zakotwić w starym betonie. Pręty kotwiące (kotwy) o średnicy 14÷25 mm powinny być rozmieszczone nie rzadziej niż co 30÷50 cm i osadzone w otworach wierconych w istniejącym betonie. W celu osadzenia kotew należy:

- na powierzchni przeznaczonej do naprawy wytrasować miejsca wykonania otworów,
- za pomocą wiertarek wykonać otwory o średnicy 8÷10 mm większej od średnicy prętów kotwiących i głębokości 10 do 15 cm; należyłą głębokość otworów należy zapewnić przez stosowanie odpowiednich elementów dystansowych na wiertarce,
- otwory oczyścić przez przedmuchiwanie sprężonym powietrzem,
- osadzić kotwy w otworach używając klejowej zaprawy epoksydowej lub zaprawy cementowej; otwory należy wypełnić zaprawą do 3/4 ich głębokości a następnie wcisnąć w nie kotwy; należy zwrócić uwagę, aby po wciśnięciu kotew cały otwór uległ wypełnieniu.

Kotwy należy osadzać prostopadle do naprawianej powierzchni. Otulenie kotew betonem powinna wynosić min. 2,5 cm.

Siatki należy wykonywać z prętów o średnicy od 8 do 10 mm, z oczkami od 10 do 20 cm. Oczka siatki nie mogą być zbyt gęste, ponieważ utrudnia to torkretowanie.

Przygotowanie zbrojenia należy wykonać zgodnie z zasadami podanymi w PN-91/S-10042 [26].

5.3.4. Przygotowanie mieszanki betonowej

Zasadniczymi kryteriami doboru składu mieszanki są: wytrzymałość na ściskanie, szczelność i mrozoodporność torkretu.

Do pierwszych prób torkretowania i w przeciętnych warunkach, należy przyjmować skład mieszanki według następujących zasad [33]:

- zawartość cementu 300 ÷ 350 kg/m³ w przypadku cementu 45 oraz 350 ÷ 400 kg/m³ w przypadku cementu 35,
- wskaźnik w/c od 0,40 do 0,55,
- zawartość piasku od 820 do 600 kg/m³,
- ilości dozowanych dodatków do betonu są każdorazowo ustalane przez laboratorium betonów,
- zawartość włókien stalowych (dotyczy fibrobetonu) powinna mieścić się w przedziale 0,5 ÷ 4,0 % masy cementu (średnio 1,5 %).

Wszystkie składniki mieszanki należy dozować wyłącznie wagowo z dokładnością:

± 2% przy dozowaniu cementu,

± 3% przy dozowaniu kruszywa

± 1% przy dozowaniu dodatków i domieszek (oraz włókien w fibrobetonie).

Dozowanie wody należy ustalić metodą prób. Przed przystąpieniem do betonowania operator ustala metodą prób konsystencję mieszanki betonowej opuszczającej dyszę. Próby te należy wykonać na przeznaczonej do tego celu płycie drewnianej ustawionej pionowo obok torkretowanej powierzchni.

Wbudowanie mieszanki w metodzie mokrej powinno nastąpić bezpośrednio po wymieszaniu, a najpóźniej po 2 godz. gdy wilgotność składników wynosi do 2%, po 1 godz. gdy wilgotność składników wynosi od 2 do 4% lub po 0,5 godz. gdy wilgotność składników wynosi powyżej 4%.

5.3.5. Przygotowanie zapraw PCC – wg SST 23.51.20.

5.3.6. Torkretowanie

W czasie nakładania torkretu należy przestrzegać następujących zasad:

- minimalna grubość narzucanej warstwy powinna wynosić 2 cm,
- maksymalną grubość narzucanej warstwy wyznacza warunek nie odpadania od podłoża,
- przerwy w natryskiwaniu poszczególnych warstw powinny wynosić od 1 do 2 dni,
- w przypadku torkretowania powierzchni zbrojonych, grubość pierwszej warstwy powinna być dobrana w ten sposób, aby całkowicie wypełniła przestrzeń pod i pomiędzy prętami,
- torkretuje się zazwyczaj poziomymi pasami o wysokości $1,0 \div 1,5$ m,
- kolejność wykonywania pasów może być różna: z góry na dół lub z dołu do góry; jeśli torkretuje się z góry na dół, to dolną warstwę należy osłonić, a przed torkretowaniem zmyć,
- odległość dyszy od powierzchni nakładania nie powinna być zbyt duża, ponieważ na skutek intensywnego hamowania grubych i drobnych cząstek mieszaniny dochodzi do znacznego jej rozproszenia; w przypadku zbyt małej odległości, przy metodzie suchej, mogłoby nie dojść do pełnego nasycenia wodą suchych składników; optymalna odległość dyszy od powierzchni nakładania wynosi około 1,0 m, kąt nakładania 90° , tj. prostopadle do powierzchni; podłoże zbrojone należy torkretować z bliższej odległości i pod takim kątem, by wypełnić przestrzeń pod prętami,
- trudności mogą powstawać podczas torkretowania załamania płaszczyzn, krawędzi, naroży wklęsłych i wypukłych; w tych przypadkach należy torkretować najpierw wklęsłe załamania i naroża, aby umożliwić swobodne ujście powietrza i odbitego materiału, gdyż włączenie odbitego materiału do warstwy torkretu spowoduje jej osłabienie; należy wówczas stosować odpowiednie pochylenia dyszy aby kierować strumień masy pod pewnym kątem do podłoża,
- w celu ukształtowania krawędzi elementów (np. belek) należy stosować deskowania krawędziowe,
- nie należy torkretować wąskich szczelin, rys i pęknięć, gdyż torkret nie wypełni przestrzeni a jedynie zamknie je od zewnątrz; dotyczy to także miejsc poboru próbek (odwiertów).

Warstwa ułożonego torkretu powinna być jednorodna, bez raków i pustek powietrznych.

Torkret powinien być zbity, wilgotny, matowy, nie powinien ugiąć się pod naciskiem palca. Połysk na powierzchni świadczy o nadmiarze wody.

Nie należy wygładzać powierzchni torkretowanej, ze względu na jej zbitą, twardą strukturę oraz możliwość naruszenia struktury torkretu i jego przyczepności do podłoża. Warstwę wykończeniową, o ile jest konieczna, należy wykonywać jako bardziej plastyczną i z drobniejszego kruszywa.

Natychmiast po zatorkretowaniu należy rozpocząć zabiegi pielęgnacyjne trwające 7 dni, polegające na zabezpieczeniu świeżego betonu przed odparowaniem wody. Zakończenie pielęgnacji nie powinno odbywać się zbyt nagle, aby nie spowodować gwałtownego schnięcia torkretu. W wyjątkowo wilgotnym środowisku atmosferycznym (wilgotność powyżej 85%) można pozostawić torkret naturalnemu dojrzewaniu.

5.4. Warunki wykonania robót

Temperatura podłoża podczas natryskiwania mieszanki betonowej nie powinna być niższa niż $+3^{\circ}\text{C}$, a powietrza nie niższa niż $+5^{\circ}\text{C}$ i nie wyższa niż $+25^{\circ}\text{C}$. W ciągu 3 dni po wykonaniu natrysku temperatura powietrza nie powinna spaść poniżej 0°C .

Podczas natryskiwania zaprawy PCC temperatura podłoża i powietrza nie powinna być niższa niż $+5^{\circ}\text{C}$.

Nie powinno się również torkretować podczas upałów, silnego, bezpośredniego nasłonecznienia oraz silnych wiatrów, gdyż sprzyja to szybkiemu wysychaniu mieszanki betonowej nasilając zjawisko skurczu.

Warunki torkretowania zaprawą typu PCC – jak w SST 23.51.20.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w SST D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne” p.6. Na Wykonawcy robót spoczywa obowiązek zapewnienia wykonania badań laboratoryjnych (przez własne laboratoria lub na zlecenie), przewidzianych w niniejszej SST oraz gromadzenie, przechowywanie i okazywanie Inspektorowi Nadzoru wszystkich wyników badań dotyczących jakości stosowanych materiałów.

6.2. Kontrola materiałów

6.2.1. Cement

Kontrola cementu powinna obejmować:

- oznaczenie czasu wiązania wg PN-88/B-04300 [4],
- oznaczenie zmiany objętości wg PN-88/B-04300 [4],
- sprawdzenie zawartości grudek (zbryleń) cementu nie dających się roznieść w palcach i nie rozpadających się w wodzie.

6.2.2. Kruszywo

Każda partia kruszywa powinna mieć atest zawierający wyniki badań pełnych wg PN-86/B-06712[8]. Kruszywo pochodzące z każdej dostawy musi być poddane badaniom niepełnym obejmującym:

- oznaczenie składu ziarnowego wg PN-78/B-06714/15 [12],
- oznaczenie zawartości ziaren nieforemnych wg PN-78/B-06714/16 [13],
- oznaczenie zawartości pyłów mineralnych wg PN-78/B-06714/13 [11],
- oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych wg PN-78/B-06714/12 [10],
- oznaczenie - zawartości grudek gliny (oznaczać jak zawartość zanieczyszczeń obcych).

6.2.3. Woda zarobowa

Woda zarobowa do betonu powinna spełniać wszystkie wymagania PN-88/B-32250 [23].

6.2.4. Dodatki i domieszki

Dodatki i domieszki stosowane do mieszanek betonowych powinny posiadać aktualne aprobaty techniczne IBDiM, dopuszczające do stosowania w budownictwie mostowym.

6.2.5. Zbrojenie

Stal zbrojeniowa dostarczana na budowę powinna mieć atest hutniczy.

6.2.6. Zaprawa PCC

Kontrola polega na przedstawieniu przez Wykonawcę wyników badań potwierdzających zgodność parametrów fizyko - mechanicznych zastosowanych materiałów z wymaganiami aprobaty technicznej. W aprobacie należy sprawdzić, czy przewidziana do zastosowania zaprawa może być nanoszona metodą natryskową.

Należy również sprawdzić :

- data przydatności do stosowania,
- warunki przechowywania,
- stan opakowań.

6.3. Kontrola wykonanych robót

Kontrola wykonania robót obejmuje:

- badanie przygotowania podłoża betonowego,
- sprawdzenie oczyszczenia stali zbrojeniowej,
- badanie wytrzymałości warstw torkretu na odrywanie od podłoża,
- badanie wytrzymałości na ściskanie,
- badanie nasiąkliwości,
- badanie wodoszczelności,
- badanie mrozoodporności,
- sprawdzenie podstawowych wymiarów geometrycznych naprawianego elementu,
- sprawdzenie grubości otuliny zbrojenia.

Ponadto kontroli podlegać powinno zachowanie warunków technologicznych, do których należą:

- temperatura podłoża i powietrza,
- pielęgnacja wykonanej warstwy.

Za wyjątkiem badania przygotowania podłoża i sprawdzenia wymiarów geometrycznych, wszystkie pozostałe badania należy wykonywać każdorazowo dla każdej zmiany warunków natryskiwania oddzielnie. Zmiana może dotyczyć składu mieszanki, sprzętu, naprawianego elementu.

Podłoże betonowe powinno spełniać wymagania wg pkt. 5.3.2. Pomiar wytrzymałości podłoża na odrywanie należy wykonać wg PN-92/B-01814 [25]. Należy wykonać co najmniej 1 pomiar na 25 m² powierzchni oczyszczonego podłoża, lecz nie mniej niż 5 dla elementu.

Stopień oczyszczenia odsłoniętych prętów zbrojeniowych powinien odpowiadać wymaganiom wg pkt. 5.3.2.

Badanie wytrzymałości torkretu na odrywanie od podłoża należy wykonać wg PN-92/B-01814 [25]. Należy wykonać co najmniej 1 pomiar na 25 m² wykonanej naprawy, lecz nie mniej niż 5 dla każdej zmiany warunków natryskiwania lub elementu. Miejsce pomiarowe wskazuje Inspektor Nadzoru. Wartość średnia ze wszystkich pomiarów nie powinna być niższa od 1,5

MPa, a wartość minimalna powinna wynosić minimum 1 MPa. Badanie należy wykonać po nałożeniu wszystkich warstw torkretu.

Przygotowanie próbek torkretu do badań polega na tym, że najpierw wykonuje się formę drewnianą, o wymiarach min. 50 x 50 cm i grubości równej 15 cm. Formę ustawia się w pozycji podłoża i wypełnia torkretem. Następnie, nie wcześniej niż po 5 dniach, należy wyciąć z płyty próbki walcowe lub sześciennie.

Badanie wytrzymałości na ściskanie należy wykonać wg PN-88/B-06250 [1] na minimum 3 próbkach sześciennych o boku równym 100 mm.

Badanie nasiąkliwości należy wykonać wg PN-88/B-06250 na minimum 3 próbkach sześciennych o boku równym 100 mm.

Wodoszczelność należy sprawdzić wg PN-88/B-06250 [1] na minimum 3 próbkach o wymiarach 150x150x100 mm dla stopnia wodoszczelności W8.

Mrozoodporność należy sprawdzić wg PN-88/B-06250 [1] na minimum 12 próbkach sześciennych o boku równym 100 mm dla stopnia mrozoodporności F150.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

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

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiaru jest 1 m³ zaprawy użytej do naprawy.

7.3. Szczegółowe zasady obmiaru robót

L.p.	Numer SST Podstawa wyceny	Nazwa elementu robót	Jednostka	Ilość jednostek
	23.51.30.	Naprawa powierzchni betonu przęseł metodą torkretowania zaprawami betonowymi	m³	
	23.51.31.	Naprawa powierzchni betonu przęseł fibrobetonem metodą natryskową		
	23.51.32.	Naprawa powierzchni betonu przęseł metodą torkretowania zaprawami typu PCC		
1.	KSNR 2 / 1402	Montaż i demontaż rusztowania stacjonarnego	m ²	
2.	KSNR 2 / 1403	Montaż i demontaż rusztowania podwieszonego	m ²	
3.	kalkulacja indywidualna	Wykonanie badań i pomiarów wg pkt. 6. SST	szt.	
4.	KNR 4-01 / 0212	Ręczne skucie luźnego i skorodowanego betonu	m ³	
5.	KNR 2-33 / 0405	Wymiana skorodowanych prętów zbrojeniowych	t	
6.	KNR 0-25 / 0115	Czyszczenie powierzchni zbrojenia do stopnia Sa 2 1/2	m ²	
7.	KNR 0-25 / 0403	Czyszczenie powierzchni betonu (strumieniowo-ścierne lub hydrościerne)	m ²	

8.	KNR 2-14 / 1213	Wywiercenie otworów pod kotwy	szt.	
9.	KNR 2-13 / 1009	Osadzenie kotew z prętów stalowych	szt.	
10.	KNR 2-33 / 0404	Przygotowanie siatek zbrojeniowych	t	
11.	KNR 2-33 / 0405	Montaż siatek zbrojeniowych	t	
12.	KNR 2-13 / 1007	Torkretowanie powierzchni betonu wraz z pielęgnacją nałożonego torkretu	m ³	

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

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

8.2. Szczegółowe zasady odbioru robót

Odbiorowi robót ulegających zakryciu podlegają:

- głębokość i zakres skucia betonu,
- wymiana odcinków skorodowanych prętów zbrojeniowych,
- oczyszczenie powierzchni betonu i zbrojenia,
- wykonanie kotew i siatek zbrojeniowych,
- wykonanie kolejnych warstw torkretu.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z niniejszą specyfikacją oraz wymaganiami Inspektora Nadzoru, jeżeli zostały spełnione warunki wg pkt. 6. Wykonawca zobowiązany jest do wykonania robót poprawkowych na własny koszt i w terminie ustalonym z Inspektorem Nadzoru.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

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

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena jednostkowa uwzględnia:

- zapewnienie niezbędnych czynników produkcji,
- montaż i demontaż rusztowania,
- usunięcie luźnych części betonu i otuliny skorodowanych prętów zbrojeniowych,
- wymianę skorodowanych odcinków prętów zbrojeniowych,
- oczyszczenie powierzchni betonu i zbrojenia,
- przygotowanie i montaż kotew i siatek zbrojeniowych,

- wykonanie kolejnych warstw torkretu wraz z pielęgnacją,
- wykonanie badań i pomiarów przewidzianych w specyfikacji,
- oczyszczenie terenu robót z usunięciem zanieczyszczeń poza pas drogowy.

10. PIŚMIENICTWO I PRZEPISY ZWIĄZANE

- [1] PN-88/B-06250 Beton zwykły
- [2] PN-88/B-32250 Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw
- [3] PN-86/B-01300 Cementy. Terminy i określenia
- [4] PN-88/B-04300 Cement. Metody badań. Oznaczenia cech fizycznych
- [5] PN-76/B-06000 Cement. Pobieranie i przygotowywanie próbek
- [6] PN-88/B-30000 Cement portlandzki
- [7] BN-88/6731-08 Cement. Transport i przechowywanie
- [8] PN-86/B-06712 Kruszywa mineralne do betonu
- [9] PN-89/B-06714/01 Kruszywa mineralne. Badania. Podział, nazwy i określenie badań
- [10] PN-76/B-06714/12 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń obcych
- [11] PN-78/B-06714/13 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości pyłów mineralnych
- [12] PN-78/B-06714/15 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie składu ziarnowego
- [13] PN-78/B-06714/16 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie kształtu ziaren
- [14] PN-77/B-06714/17 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie wilgotności
- [15] PN-77/B-06714/18 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie nasiąkliwości
- [16] PN-78/B-06714/19 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie mrozoodporności metodą bezpośrednią
- [17] PN-78/B-06714/26 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń organicznych
- [18] PN-78/B-06714/28 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości siarki metodą bromową
- [19] PN-78/B-06714/34 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie reaktywności alkalicznej.
- [19] PN-78/B-06714/40 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie wytrzymałości na miażdżenie
- [20] PN-87/B-06714/43 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości ziaren słabych.
- [21] BN-84/6774-02 Kruszywa mineralne. Kruszywa kamienne łamane do nawierzchni drogowych.
- [22] PN-87/B-06721 Kruszywa mineralne. Pobieranie próbek.
- [23] PN-88/B-32250 Materiały budowlane . Woda do betonów i zapraw.
- [24] PN-96/ISO-8501-1 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wzrokowa ocena czystości powierzchni. Stopnie skorodowania i stopnie przygotowania niezabezpieczonych podłoży stalowych po całkowitym usunięciu wcześniej nałożonych powłok.
- [25] PN-92/B-01814 Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Metoda badania przyczepności powłok ochronnych.
- [26] PN-91/S-10042. Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Projektowanie.
- [27] PN-77/S-10040 Żelbetowe i betonowe konstrukcje mostowe. Wymagania i badania.

- [28] PN-74/B-06262 Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda sklerometryczna badania wytrzymałości betonu na ściskanie za pomocą młotka Schmidta typu N.
- [29] BN-71/0434-06 Beton natryskowy. Wymagania i badania
- [30] Wymagania i zalecenia dotyczące wykonania betonów do konstrukcji mostowych. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych Ministerstwo Transportu i Gospodarki Morskiej. Warszawa 1987.
- [31] Wymagania techniczne wykonania i odbioru betonu natryskiwanego (torkretu) na obiektach mostowych (WTW), GDDP 1990 (wyd. IBDiM, Zeszyt 32, Studia i Materiały, Warszawa 1990)
- [32] Vademecum bieżącego utrzymania i odnowy drogowych obiektów mostowych. Rozdział 5.4. Wypełnianie ubytków betonu metodą torkretowania. GDDP, Warszawa 1993.
- [33] Zalecenia do wykonywania oraz odbioru napraw i ochrony powierzchniowej betonu w konstrukcjach mostowych. IBDiM, Wrocław, 1998.
- [34] Zalecenia dotyczące stosowania domieszek i dodatków do betonów i zapraw w budownictwie komunikacyjnym. IBDiM, Wrocław, 1998.
- [35] Zalecenia dotyczące oceny jakości betonu „in situ” w nowo budowanych i istniejących konstrukcjach obiektów mostowych. IBDiM, Wrocław, 1998.
- [36] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30.05.2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. Dz. U. Nr 63.