

M.20.20.02. WZMOCNIENIE KONSTRUKCJI ŻELBETOWYCH TAŚMAMI Z WŁÓKIEN WĘGLOWYCH ZE WSTĘPNYM SPRĘŻENIEM

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot SST

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (SST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych ze betonem wzmocnieniem konstrukcji żelbetowych w związku z zadaniem „Odbudowa mostu Łazienkowskiego w Warszawie”

1.2. Zakres stosowania SST

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

1.3. Zakres robót objętych SST

Niniejsza specyfikacja dotyczy napraw konstrukcji żelbetowych polegających na wzmocnieniu konstrukcji żelbetowych niesprężonych taśmami z włókien węglowych.

1.4. Określenia podstawowe

1.4.1. Materiały kompozytowe FRP (ang. FRP-Fibre Reinforced Polymer) - tworzywa sztuczne, zbrojone różnego rodzaju włókien.

1.4.2. CFRP (ang. Carbon Fibre Reinforced Polymer) - polimery zbrojone włóknami węglowymi.

1.4.3. Taśmy FRP - cienkie kompozytowe elementy wstęgowe zbrojone włóknami węglowymi, szklanymi lub aramidowymi w kierunku podłużnym.

1.4.4. Matryca - polimer, najczęściej żywica epoksydowa, utwardzany aminami lub anhydrydami, który po uzbrojeniu włóknami tworzy kompozyt FRP.

1.4.5. Delaminacja - utrata przyczepności przyklejonego elementu do elementu wzmocnianego, odspojenia taśmy od betonu.

1.4.6. Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 1.4.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1], pkt 1.5.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 2.

Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakość wbudowania odpowiada Wykonawca.

Należy stosować materiały, które są oznakowane CE lub B, dla których Wykonawca przedstawi deklarację zgodności z Polską Normą, Normą Zharmonizowaną, aprobatą techniczną wydaną przez IBDiM lub europejską aprobatą techniczną.

2.2. Taśmy FRP

Taśmy FRP do wzmocnienia konstrukcji żelbetowych są taśmami z włókien węglowych zatopionych w matrycy z żywicy epoksydowej. Dla zastosowanych taśm Wykonawca przedstawi aprobatę techniczną wydaną przez IBDiM lub europejską aprobatę techniczną oraz odpowiedni certyfikat lub deklarację zgodności.

Zastosowane taśmy powinny mieć:

- odporność na korozję,
- bardzo wysoką wytrzymałość na rozciąganie,
- bardzo wysoką wytrzymałość zmęczeniową,
- bardzo długą trwałość,
- niewielki ciężar (około 1,6 g/cm³) i niewielkie wymiary poprzeczne (szer. około 10 cm) ułatwiające montaż i transport,
- możliwość dostarczania w dowolnych długościach, co umożliwia montaż bez wykonywania złączy,
- możliwość krzyżowania w jednej płaszczyźnie taśm, prowadzonych w dowolnych kierunkach,

- łatwość aplikacji, zwłaszcza w pozycji sufitowej,
- wysoką odporność na alkalia,
- wysoką odporność termiczną ($>150^{\circ}\text{C}$),
- dostępność w typach o różnej wytrzymałości na rozciąganie i różnym współczynniku sprężystości.

Aprobata techniczna powinna określać podstawowe następujące parametry materiału taśmy, określone wg PN-EN ISO 527-1:1998 [4]:

- moduł sprężystości liniowej:
 - wartość średnia: $E=170\,000\text{ MPa}$
 - kwantyl rzędu 5%: $E=165\,000\text{ MPa}$,
- wytrzymałość na rozciąganie:
 - wartość średnia: 3100 MPa ,
 - kwantyl rzędu 5%: 2900 MPa
- odkształcenie przy zerwaniu: $>1,8\%$

2.3. Kleje do połączenia taśmy z konstrukcją wzmacnianą

Klej stosowany do połączenia taśmy z konstrukcją wzmacnianą musi, przez przenoszenie naprężeń ścinających i rozciągających, zapewnić częściom składowym wzmocnionej konstrukcji współpracę w przenoszeniu obciążeń. Zastosowany klej powinien być rekomendowany przez producenta taśm, należeć do systemu wzmacniającego i być przedmiotem aprobaty technicznej.

Zastosowany klej powinien:

- stwarzać możliwość łatwego przygotowania do stosowania i aplikacji,
- nie wymagać gruntowania,
- mieć wysoką odporność na pękanie pod stałym obciążeniem,
- mieć bardzo dobrą przyczepność do betonu i taśm wzmacniających,
- nie mieć wpływu na proces wiązania kleju przy wysokiej wilgotności,
- być tiksotropowy: nie spływać podczas nanoszenia na powierzchnie pionowe i w pozycji sufitowej,
- wiązać bezskurczowo,
- mieć wysokie wartości wczesnych i końcowych wytrzymałości,
- mieć wysoką odporność na ścieranie i wstrząsy,
- być nieprzepuszczalny dla pary wodnej i par innych substancji.

Jeżeli producent taśm nie zaleca inaczej można stosować zaprawę klejową, wykonaną na bazie żywicy epoksydowej, spełniającą wymagania podane poniżej:

- gęstości mieszaniny $1,65\text{ kg/dm}^3 \pm 0,1\text{ kg/dm}^3$
- skurcz $0,04\%$,
- Współczynnik rozszerzalności cieplnej $W = 9 \times 10^{-5}\text{ na }^{\circ}\text{C}$ (zakres temperatur od -10°C do $+40^{\circ}\text{C}$)
- wytrzymałości na rozciąganie wg PN-EN 196,

(PN-EN 196)

Czas wiązania	$+10^{\circ}\text{C}$	$+35^{\circ}\text{C}$
12 godzin	-	$80 - 90\text{ N/mm}^2$
1 dzień	$50 - 60\text{ N/mm}^2$	$85 - 95\text{ N/mm}^2$
3 dni	$65 - 75\text{ N/mm}^2$	$85 - 95\text{ N/mm}^2$
7 dni	$70 - 80\text{ N/mm}^2$	$85 - 95\text{ N/mm}^2$

- Wytrzymałość na ścinanie

Zniszczenie betonu $\sim 15\text{ N/mm}^2$

(FIP 5.15)

Czas wiązania	$+15^{\circ}\text{C}$	$+35^{\circ}\text{C}$
1 dzień	$3 - 5\text{ N/mm}^2$	$15 - 18\text{ N/mm}^2$
3 dni	$13 - 16\text{ N/mm}^2$	$16 - 19\text{ N/mm}^2$
7 dni	$14 - 17\text{ N/mm}^2$	$16 - 19\text{ N/mm}^2$

18 N/mm^2 (7 dni przy $+23^{\circ}\text{C}$)

(DIN 53283)

- przyczepności do betonu (zniszczenie betonu) $> 2\text{ MPa}$,

- przyczepność do stali (po oczyszczeniu powierzchni do stopnia Sa 2 ½) > 21 MPa,
- współczynnik rozszerzalności cieplnej (w temp. -10°C do +40°C) $9 \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$,
- Moduł sprężystości Young'a:
 Ściskanie: 9 600 N/mm² (przy +23°C) (ASTM D695)
 Rozciąganie: 11 200 N/mm² (przy +23°C) (PN-EN ISO 527)

2.4. Zaprawa do reprofiliacji powierzchni betonu.

Jeżeli producent systemu wzmacniającego nie zaleca inaczej do reprofilowania powierzchni i wyrównywania niewielkich ubytków można stosować zaprawę wyrównawczą na bazie żywicy epoksydowej i selekcyjonowanego piasku kwarcowegoo właściwościach tiksotropowych i wymaganiach, jak poniżej:

- Wytrzymałość na ściskanie:

(PN-EN 196)

Czas utwardzania	+10°C	+23°C	+30°C
1 dzień	13 - 23 N/mm ²	57 - 67 N/mm ²	67 - 77 N/mm ²
3 dni	45 - 55 N/mm ²	74 - 84 N/mm ²	76 - 86 N/mm ²
7 dni	59 - 69 N/mm ²	77 - 87 N/mm ²	77 - 87 N/mm ²

- 10
- Wytrzymałość na rozciąganie:

(PN-EN ISO 527)

Czas utwardzania	+10°C	+23°C	+30°C
1 dzień	2 - 6 N/mm ²	11 - 19 N/mm ²	12 - 22 N/mm ²
3 dni	12 - 18 N/mm ²	13 - 21 N/mm ²	14 - 24 N/mm ²
7 dni	13 - 19 N/mm ²	15 - 22 N/mm ²	16 - 26 N/mm ²

- Moduł Yanga:

Przy rozciąganiu:

~ 4 000 N/mm² (14 dni w temp. +23°C)

(ISO 527)

Przy ściskaniu:

~ 9 000 N/mm² (14 dni w temp. +23°C)

(ASTM D695)

2.5. Bloki kotwiące

2.5.1. Blok Kotwiący (Oporowy) Czynny:

Blok Kotwiący Czynny służy do zamocowania taśmy na jej końcu, na którym przykładana jest siła naprężająca. Składa się z płyty kotwiącej i elementów dociskowych. Po przyłożeniu wymaganej siły naprężającej taśma zostaje trwale zamocowana przez docisk elementów dociskowych bloku kotwiącego.

2.5.2. Blok kotwiące Bierny

Blok Kotwiący Bierny służy do zamocowania taśmy na jej końcu przeciwnym do miejsca do którego przykładana jest siła sprężająca. Składa się z płyty kotwiącej i elementów dociskowych:

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”[1], pkt 3.

3.2. Sprzęt do wykonania robót

Wykonawca zobowiązany jest posiadać niezbędny sprzęt do wykonywania robót, zgodnie z przyjętą technologią i kartami technicznymi materiałów.

3.2.1. Sprzęt do przygotowania powierzchni betonowej do klejenia taśm

W dyspozycji Wykonawcy powinien znajdować się sprzęt do przygotowania powierzchni betonowej, np.:

- aparatura do czyszczenia strumieniowo-ściernego (piaskownica, sprężarka o wydajności 10 m³/h),
- odkurzacz,
- sprężarka śrubowa.

3.2.2. Sprzęt do wykonania warstwy wyrównawczej i przyklejania taśm kompozytowych

Do przygotowania zaprawy wyrównawczej i zaprawy klejowej należy stosować mieszadło wolnoobrotowe (max, 500 obr./min). Do nakładania zaprawy wyrównawczej i zaprawy klejowej należy stosować szpachle.

Do cięcia taśm można stosować szlifierkę kątową lub piłkę do metalu. Do czyszczenia taśm należy stosować czyste, białe szmatki flanelowe nasączone rozpuszczalnikiem zalecanym przez producenta. Do przygotowania taśm należy stosować specjalne stoły z prowadnicą do nakładania zaprawy klejowej.

Do dociskania przyklejonych taśm należy stosować wałki z twardej gumy osadzone na sztywnej ręczce.

3.2.3. Sprzęt do kontroli procesu technologicznego i wykonywanych prac

Podczas robót Wykonawca zobowiązany jest kontrolować warunki atmosferyczne, a podczas robót posiadać do dyspozycji:

- wilgotnościomierz,
- termometry do pomiaru temperatury powietrza i podłoża betonowego.

Wykonawca powinien też dysponować sprzętem laboratoryjnym do wykonania badań wytrzymałości podłoża wg odpowiednich norm przedmiotowych.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w D-M-00.00.00[1] „Wymagania ogólne”[1], pkt 4.

Materiały należy transportować i przechowywać zgodnie z zaleceniami Producenta podanymi w Kartach Technicznych materiałów. Jeżeli Producent nie podaje inaczej, materiały należy transportować i przechowywać zgodnie z zaleceniami podanymi poniżej.

4.2. Transport i przechowywanie taśm z włókien węglowych

Taśmy z włókien węglowych należy przechowywać i przewozić zrolowane w oryginalnych opakowaniach, zabezpieczone przed uszkodzeniem mechanicznym. Można je przewozić dowolnymi środkami transportu.

Taśmy powinny być oznaczone. Oznaczenie powinno zawierać co najmniej:

- nazwę,
- symbol literowy oznaczający moduł sprężystości,
- szerokość taśmy,
- grubość taśmy,
- numer aprobaty technicznej.

4.3. Transport i przechowywanie zaprawy klejowej

Zaprawę klejową należy przechowywać w oryginalnych opakowaniach w pomieszczeniach zamkniętych w temperaturze od +5°C do +30°C. Okres przydatności do stosowania, w zamkniętych fabrycznie pojemnikach wynosi zwykle 12 miesięcy.

Na każdym opakowaniu należy umieścić etykietę zawierającą co najmniej następujące dane:

- nazwę i adres producenta,
- nazwę wyrobu,
- oznaczenie,
- datę produkcji i okres przydatności do stosowania,
- masę netto,
- stosunek mieszania,
- numer PN lub aprobaty technicznej,
- sposób przechowywania i stosowania materiałów i zachowania przy tym niezbędnych środków ostrożności, bhp i ochrony środowiska,
- oznaczenie, że wyrób zawiera substancje szkodliwe dla zdrowia.

Kompozycję żywiczną należy przewozić krytymi środkami transportu, chroniąc opakowania przed uszkodzeniami mechanicznymi zgodnie z PN-C-81400:1989 [9].

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonywania robót

Ogólne zasady wykonywania robót podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”[1], pkt 5.

5.1.1. Projekt technologiczny wykonywania wzmocnienia konstrukcji

Roboty należy wykonywać zgodnie z „Zaleceniami dotyczącymi wzmacniania konstrukcji mostowych za pomocą przyklejania zbrojenia zewnętrznego” [12]. Roboty powinny być wykonywane na podstawie projektu technologicznego wzmocnienia, wykonanego na koszt Wykonawcy, uzgodnionego z producentem systemu wzmacniającego i podlegającego akceptacji Inżyniera. Projekt powinien zawierać obliczenia wzmocnienia, w tym ewentualne obliczenia zakotwień mechanicznych oraz wszystkie określać wszystkie warunki wykonania robót. Projekt wzmocnienia może zostać wykonany po wykonaniu diagnostyki konstrukcji obiektu, w trakcie której możliwe będzie określenie zakresu wykonywanego wzmocnienia.

5.1.2. Wymagania w stosunku do personelu Wykonawcy

Dokumenty potwierdzające spełnienie wymagań w stosunku do personelu Wykonawcy zobowiązany jest dołączyć do oferty przetargowej.

Wymagania w stosunku do osób kierujących robotami:

- uprawnienia wykonawcze i budowlane do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w zakresie budownictwa mostowego,
- znajomość zasad napraw i wzmocnienia konstrukcji żelbetowych oraz technologii stosowania materiałów, udokumentowane ukończeniem szkolenia w zakresie napraw oraz doświadczenie w wykonywaniu prac tego typu,

Wymagania w stosunku do brygadzystów:

- znajomość technologii i umiejętność stosowania materiałów do napraw i wzmacniania konstrukcji żelbetowych, ukończenia szkolenia w zakresie w/w robót oraz doświadczenie w wykonywaniu prac tego typu.

Wymagania w stosunku do robotników:

- znajomość zasad i umiejętność stosowania materiałów do napraw i wzmacniania konstrukcji, przeszkolenie na stanowisku pracy.

5.2. Diagnostyka konstrukcji mostowej i przygotowanie podłoża do wzmocnienia taśmami

5.2.1 Diagnostyka konstrukcji

Diagnostykę konstrukcji oraz ocenę uszkodzeń należy wykonywać wg PN-B-01807:1988 [10a], „Wytycznymi badań właściwości ochronnych betonu względem zbrojenia w mostach”, IBDiM, Warszawa 1992[14] oraz „Zaleceniami dotyczącymi oceny jakości beton „in-situ” w istniejących konstrukcjach obiektów mostowych.”, GDDP, Warszawa 1998[13].

Występowanie przecieków, zacieków, wykwitów soli, śladów rdzy wskazuje na korozję chlorkową, siarczanową, azotanową i węglową (karbonatyzację). W miejscach tych należy odkuć beton do poziomu, w którym zawartość chlorków, siarczanów i azotanów uznaje się za nieszkodliwą, odsłaniając przy tym wierzchnią warstwę zbrojenia. Dopuszczalną wartość stężenia chlorków, siarczanów i azotanów można przyjąć na podstawie opracowania „Ocena stanu technicznego wraz z niezbędnymi badaniami materiałowymi wybranych elementów betonowych 15 obiektów mostowych w ramach zadania „Rozbudowa Trasy Armii Krajowej na odcinku Al. Prymasa Tysiąclecia - Marki” w Warszawie.”[15].

Z aktualizacji diagnostyki konstrukcji Wykonawca powinien sporządzić Raport, który podlega akceptacji Inżyniera.

5.2.2. Wymagania dla podłoża wzmacnianego taśmami węglowymi

Podłoże betonowe powinno spełniać następujące wymagania:

- podłoże musi być mocne, suche, czyste, wolne od mleczka cementowego, zastoin wody, lodu, plam oleju, starych powłok i niezwiązanych cząstek,
- podłoże przed przystąpieniem do klejenia powinno być poddane obróbce strumieniowo-ściernej przez piaskowanie. Zapewnia ono nie tylko odspojenie wszystkich słabo związanych z podłożem cząstek betonu lub kruszywa, ale także wytwarzanie lokalnych nierówności o głębokości $0,5 \div 1,0$ mm, co daje właściwą szorstkość powierzchni. Tak przygotowana powierzchnia zapewnia doskonałą przyczepność z zaprawą klejową. Ostre piaskowanie powierzchni betonu umożliwia także właściwą jego ocenę, np. łatwiej uwidaczniają się rysy i spękania,
- jeżeli producent systemu (taśm i zaprawy klejowej) nie podaje inaczej w karcie technicznej stosowanego materiału, to podłoże betonowe przed przystąpieniem do wzmacniania konstrukcji taśmami powinno spełniać wymagania:
 - wytrzymałości na ściskanie ≥ 25 MPa,

- wytrzymałości na odrywanie, wg normy PN-EN 1542:2000 [10] dla wartości średniej $\geq 1,5$ MPa i wartości minimalnej 1,0 MPa.

Wytrzymałość na odrywanie należy określać w każdym wzmocnianym elemencie w co najmniej 5 punktach w strefach zakotwień przyklejanego zbrojenia zewnętrznego. Jeżeli podłoże nie spełnia powyższych wymagań, należy odkuć obszar skorodowanego betonu, tak aby powyższe warunki zostały spełnione,

- wartość PH betonu powinna wynosić powyżej 9. Głębokość karbonatyzacji nie może być większa od grubości otuliny zbrojenia,
- w żadnym przypadku nie można kleić taśm wzmocniających bezpośrednio na odsłonięte pręty zbrojeniowe. Minimalna dopuszczalna grubość otuliny wynosi 10,0 mm,
- powierzchnia betonu przed przyklejeniem taśm musi być wyrównana, karby, uskoki po szalunkach nie mogą być większe niż 0,5 mm. Wszelkie naroża i krawędzie należy zeszlifować. Równość powierzchni należy sprawdzać za pomocą stalowej łąty. Dopuszcza się nierówność mniejszą od 3,0 mm na długości 1,0 m. Jeżeli równość podłoża nie spełnia powyższych wymagań należy je wyrównać zaprawami PCC lub specjalną zaprawą wyrównawczą należącą do systemu. Można stosować zaprawę spełniającą wymagania podane w pkt. 2.4. Reprofilację należy wykonać stosując warstwę wyrównawczą o grubości do 30 mm i szerokości około 5 cm większej od szerokości taśm przewidzianych do przyklejenia na danym odcinku. Przed ułożeniem zaprawy wyrównawczej należy przygotować podłoże oraz materiał zgodnie z zaleceniami producenta. Jeżeli producent nie stawia innych wymagań to przygotowane podłoże powinno być suche, czyste, wolne od luźnych części i mleczka cementowego. Minimalny wiek betonu zależnie od warunków klimatycznych powinien wynosić od 3 tygodni do 6 tygodni. Należy przestrzegać temperatury stosowania materiału - dla preparatów normalnie wiążących wynosi ona zwykle od $+10^{\circ}\text{C}$ do $+30^{\circ}\text{C}$. W przypadku produktów kilkuskładnikowych należy wymieszać składniki w proporcjach i w kolejności ściśle określonych przez producenta. Do mieszania należy stosować wolnoobrotowe mieszadło mechaniczne (maksymalnie 500 obrotów/min). Mieszać należy przez co najmniej 3 minuty, tak aby nie były widoczne smugi przy brzegach i dnie pojemnika. Jeżeli producent tak wymaga, podłoże należy zagruntować, a następnie nanieść metodą mokre na mokre zaprawę wyrównawczą za pomocą szpachli,
- z przygotowania podłoża betonowego Wykonawca powinien sporządzić protokół. Wzór protokołu został przedstawiony w załączniku 2,
- jeżeli podłoże betonowe nie spełnia powyższych warunków i występują ubytki betonu, skorodowanie powierzchniowych prętów zbrojeniowych, zarysowania, przekroczenie głębokości karbonatyzacji, to należy je przygotować do wzmocnienia taśmami w sposób podany w dalszym ciągu.

5.2.3. Powierzchnia zarysowana

Jeżeli na powierzchni, do której mają być przyklejone taśmy występują rysy, to Wykonawca powinien je zinwentaryzować i naprawić zgodnie z M-20.20.01b [3] pkt 5.

5.2.4. Ubytki betonu

Jeżeli w powierzchni, na którą mają być naklejane taśmy występują ubytki betonu lub skorodowane zbrojenie, powierzchnię należy naprawić zgodnie z M-20.20.01a [2] pkt 5. Naprawa powierzchni powinna obejmować przygotowanie powierzchni betonu do zastosowania wybranych zapraw naprawczych, oczyszczenie i zabezpieczenie antykorozyjne zbrojenia, ewentualną naprawę zbrojenia, nałożenie warstwy szczepnej i zapraw naprawczych.

5.3. Mocowanie blików kotwiących

Bloki kotwiące Czynny i Bierny należy zamocować do konstrukcji wzmocnianej zgodnie z projektem przy użyciu kotew stalowych wklejonych klejem w uprzednio nawiercone otwory.

5.4. Przygotowanie zaprawy klejowej

Jeżeli producent nie zaleca inaczej, składniki zaprawy klejowej należy wstępnie wymieszać w pojemnikach. Następnie składniki należy zmieszać w proporcjach i kolejności zgodnej z zaleceniami producenta i wymieszać przy użyciu wolnoobrotowego mieszadła mechanicznego (maksymalnie 500 obrotów/minutę) przez co najmniej 3 minuty, tak aby nie widoczne były smugi przy brzegach i dnie pojemnika. Po uzyskaniu jednolitej barwy wymieszane składniki należy przełożyć do czystego naczynia i jeszcze zamieszać przez około 1 minutę. Temperatura powietrza (jeżeli zalecenia producenta nie nakazują inaczej) powinna być wyższa od $+5^{\circ}\text{C}$ i wyższa o 3°C od temperatury punktu rosy. Początek twardnienia zaprawy klejowej następuje bezpośrednio po zmieszaniu żywicy z utwardzaczem. Średni czas twardnienia (obróbki) przy temperaturze $+30^{\circ}\text{C}$ wynosi zazwyczaj około 30 minut. Przy niższych temperaturach czas ten się wydłuża. Dlatego każdorazowo należy przygotować taką porcję zaprawy klejowej, jaką można rozprawać w czasie jej wiązania przy danej

temperaturze. Zastosowanie kontrolowanego podgrzewania taśm, kleju i podłoża systemem elektrycznym oporowym pozwala ten czas skrócić.

5.5. Przygotowanie taśm

Taśmy należy pociąć na odpowiedni kawałki (nie wolno ciąć taśm wzdłuż) np. szlifierką kątową lub piłką do metalu. Taśmy należy rozłożyć na czystym stole roboczym i dokładnie oczyścić czystymi, białymi szmatkami (najlepiej flanelowymi) nasączonymi specjalnym rozpuszczalnikiem zalecanym przez producenta taśm, usuwając z ich powierzchni pył węglowy i inne zanieczyszczenia. Taśmy należy czyścić aż do momentu, gdy na szmatce po kolejnym przetarciu elementu nie zostanie czarny ślad. Zabieg ten zapewnia zarazem aktywowanie powierzchni taśmy przed klejeniem. Po wykonaniu aktywacji nie należy dotykać elementów kompozytowych gołymi rękami. Operację aktywowania powierzchni należy przeprowadzić od 30 minut do 5 godzin przed przyklejeniem elementu wzmacniającego do konstrukcji (chyba, że producent zaleca inaczej).

5.6. Montowanie taśm kompozytowych

Dobrze wymieszany klej dokładnie wetrzeć szpachlą w odpowiednio przygotowaną i odkurzoną powierzchnię betonu, zamykając i wyrównując wszelkie nierówności podłoża. Warstwa kleju powinna mieć grubość ok. 1 mm. Szerokość nanoszonej warstwy kleju powinna być, co najmniej 10 mm większa od szerokości naklejanej taśmy. Zasadniczą warstwę kleju nałożyć na taśmę, tak aby uzyskać kształt dwuspadowego dachu. Klej nakładać na taśmę na długości równej odległości między blokami kotwiącymi pozostawiając końce taśmy nie pokryte klejem.

Zakotwić jeden koniec taśmy w Bloku Kotwiącym Biernym przez docisk elementu dociskowego.

Umieścić drugi koniec taśmy w Bloku Kotwiącym Czynnym. Naprężyć taśmę do wymaganej projektem siły i zakotwić przez docisk elementem dociskowym.

Małym wałkiem gumowym docisnąć taśmę w strefie klejenia, tak aby nadmiar kleju został wyciśnięty po obu stronach taśmy i nie cofał się po odjęciu nacisku (wałka). Nadmiar kleju zebrać, pozostawiając krawędzie pod kątem 45°.

Całkowite zużycie kleju od 0,44 do 0,64 kg/m taśmy (w zależności od chropowatości powierzchni należy wetrzeć żywicę w podłoże).

Z przyklejania taśm Wykonawca sporządzi protokół. Wzór protokołu został przedstawiony w załączniku 3.

5.7. kompozytowych warunki BHP

Podczas prac należy stosować się do przepisów i wskazówek podawanych przez producenta. Nie wolno zbliżać się z otwartym ogniem ani spawać. Wszelkie prace wykonywać w gumowych rękawicach.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w D-M-00.00.00 [1] „Wymagania ogólne”, pkt 6.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

- uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (certyfikaty zgodności, deklaracje zgodności, aprobaty techniczne, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.), potwierdzające zgodność materiałów z wymaganiami pkt. 2 niniejszej specyfikacji,
- ew. wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót, określone w pkt 2 lub przez Inżyniera,

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawi Inżynierowi do akceptacji.

Podczas robót Wykonawca zobowiązany jest prowadzić protokół wykonania wzmocnienia konstrukcji żelbetowej, w którym podaje wszystkie niezbędne informacje o warunkach atmosferycznych, stanie używanych materiałów, parametrach technologicznych wbudowania materiałów, ilości zastosowanych materiałów oraz wyniki badań wykonanych powłok. Wzory protokołów zostały zamieszczone w Załącznikach do niniejszej SSST.

6.2. Kontrola jakości materiałów

Kontrolę wytwarzania materiałów prowadzi producent w ramach nadzoru wewnętrznego. Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakości wbudowania odpowiada Wykonawca.

Akceptacja materiałów następuje na podstawie Polskich Norm lub, w wypadku ich braku, aprobat technicznych i sprawdzeniu ich na zgodność z wymaganiami specyfikacji technicznej. Wykonawca przedstawi Inżynierowi

certyfi­kat zgodności lub deklaracje zgodności danej partii materiału z Polską Normą lub aprobatą techniczną, a także Kartę Techniczną materiału. Na żądanie Inżyniera Wykonawca przedstawi aktualne wyniki badań materiałów wykonanych w ramach nadzoru wewnętrznego przez producenta.

Przed zastosowaniem materiałów (kleju, warstwy wyrównawczej) Wykonawca zobowiązany jest sprawdzić:

- nr produktu,
- stan opakowań materiału,
- warunki przechowywania materiału,
- datę produkcji i datę przydatności do stosowania.

Dodatkowo po otwarciu pojemnika z materiałem Wykonawca powinien ocenić jego wygląd. Podczas przygotowywania materiałów do użycia należy sprawdzać zachowanie proporcji mieszania składników i zachowania czasu mieszania składników.

Przed zastosowaniem taśm kompozytowych Wykonawca powinien sprawdzić, czy taśmy nie uległy uszkodzeniu oraz wymiary taśm za pomocą przymiaru liniowego. Tolerancje wymiarów taśm wynoszą:

- 1% dla długości,
- 2% dla szerokości,
- 0,1 mm dla grubości.

6.3. Kontrola przygotowania podłoża

Wykonawca zobowiązany jest przedstawić Inżynierowi do akceptacji wyniki badań podłoża, które powinny odpowiadać wymaganiom podanym w pktcie 5.2.

Kontrola podłoża powinna obejmować badania:

- a) obróbki strumieniowo-ściernej powierzchni poddanej gruntownym oględzinom wzrokowym, w poszukiwaniu słabo związanych cząstek, rys lub wtrąceń obcego materiału np. drewna,
- b) betonu na odrywanie metodą „pull-off” z określeniem wytrzymałości na odrywanie w każdym wzmocnianym elemencie w co najmniej 5 punktach w strefach zakotwień przyklejanego zbrojenia zewnętrznego,
- c) płaskości przygotowanej powierzchni za pomocą metalowej łaty o minimalnej długości 1 m. Dopuszczalne maksymalne odchylenie powierzchni betonu od poziomu na długości 1 m wynosi 3 mm.

Z przygotowania podłoża zostanie sporządzony protokół. Przykład protokołu został zamieszczony w załączniku 2.

6.4. Kontrola naprawczych trakcie wykonywania robót

W trakcie klejenia taśm należy prowadzić stałą kontrolę temperatury i wilgotności powietrza. Niezbędne jest określanie temperatury punktu rosy z częstotliwością 3÷4 razy dziennie. Klejenie powinno być wstrzymane, gdy temperatura powietrza nie jest wyższa o minimum 3°C od temperatury punktu rosy. Temperatura otoczenia podczas klejenia i przez następne 72 godziny nie powinna być niższa niż +5°C.

Klejenie dopuszcza się przy wilgotności względnej powietrza poniżej 80% i wilgotności betonu poniżej 4%. Poza powyższymi warunkami powinny być bezwzględnie przestrzegane wymagania producenta.

Podczas naprężania taśm należy kontrolować:

- siłę naprężającą i pomiar odnotować w protokole naprężania
- zgodność używanych materiałów z Dokumentacją Projektową

6.6. Kontrola wykonanych robót

W celu stwierdzenia prawidłowości przyklejenia taśm kompozytowych należy po ich przyklejeniu i stwardnieniu kleju poddać dokładnym oględzinom. Możliwość wystąpienia pustek pod przyklejonym zbrojeniem sprawdza się przez ostukiwanie zbrojenia lekkim młotkiem. Każdorazowo, po znalezieniu takiej pustki należy rozważyć, czy nie istnieje konieczność dodatkowej iniekcji kleju. Zależy to od rozmiaru pustki oraz jej położenia. Decyzję o tym powinien podjąć Inżynier.

Dla sprawdzenia jakości i skuteczności przyklejania taśm kompozytowych do powierzchni wzmocnianego elementu przykleja się małe odcinki taśm w miejscach o identycznie przygotowanym podłożu, lecz poza strefą wzmocnienia. Na przyklejonych odcinkach taśm wykonuje się standardowe próby „pull-off”. Jako wynik pozytywny traktuje się oderwanie próbki w betonie (zaprawie), nie w skleinie. Na przełomie odebranej próbki nie dopuszcza się śladów kleju.

Końcowe badania wizualne obejmuje także kontrolę równości powierzchni przyklejonych taśm. Nierówność przyklejonej taśmy nie powinna przekraczać 3 mm na długości 1 m.

Poprawność przyklejenia powinna być potwierdzona protokołarnie. Przykład protokołu podano w załączniku 3

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1], pkt 7.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest 1 m² (metr kwadratowy) przyklejonej taśmy.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1], pkt. 8.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, SSST i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg punktu 6 dały wyniki pozytywne.

8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają przygotowanie podłoża do wykonania wzmocnienia.

Odbiór tych robót powinien być zgodny z wymaganiami D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] oraz niniejszej SST.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1], pkt 9.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena jednostki obmiarowej naprawy ubytków betonowych obejmuje:

- roboty przygotowawcze i pomiarowe,
- wykonanie aktualizacji diagnostyki konstrukcji,
- wykonanie projektu technologicznego powierzchniowej wzmocnienia konstrukcji,
- dostarczenie materiałów i pozostałych koniecznych środków produkcji,
- przygotowanie podłoża do powłoki przyklejania taśm,
- nałożenie warstwy wyrównawczej,
- wykonanie i montaż bloków kotwiących,
- nałożenie naprawczej warstwy kleju na powierzchnię betonu i taśmy,
- montaż taśm i ich naprężenie,
- wykonanie i rozbiórkę rusztowań, pomostów roboczych, urządzeń pomocniczych i zabezpieczających, niezbędnych do wykonania robót oraz wykonanie projektów tych urządzeń,
- zapewnienie bezpieczeństwa robót i ochrony środowiska,
- ubytki i odpady,
- wykonanie badań,
- uporządkowanie miejsca robót.

Cena wykonania robót określonych niniejszą SST obejmuje:

- roboty tymczasowe, które są potrzebne do wykonania robót podstawowych, ale nie są przekazywane Zamawiającemu i są usuwane po wykonaniu robót podstawowych,
- prace towarzyszące, które są niezbędne do wykonania robót podstawowych, niezaliczane do robót tymczasowych.

Wykonanie ewentualnej iniekcji płatne jest wg SST M-20.20.01.b[3].

Wykonanie napraw ubytków betonowych płatne jest wg SST M-20.20.01.a[2]

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Szczegółowe Specyfikacje Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (SSST)

1. D-M-00.00.00 Wymagania ogólne
2. M-20.20.01a Naprawa powierzchni betonowych. Naprawa ubytków zaprawami typu PCC
3. M-20.20.01b Naprawa powierzchni betonowych. Naprawa powierzchni zarysowanych przez iniekcję

10.2. Normy

- | | | |
|----|-------------------------|---|
| 4. | PN-EN ISO
527-1:1998 | Tworzywa sztuczne. Oznaczanie właściwości mechanicznych przy rozciąganiu. Zasady ogólne |
| 5. | DIN 52450:1985 | Bestimmung des Schwindens und Quellens an kleinen |

		Probekorpen (Oznaczanie pływnięcia i skurczu na małych próbkach)
6.	PN-EN ISO 75-1:1998	Tworzywa sztuczne. Oznaczanie temperatury ucięcia pod obciążeniem
7.	PN-EN 24624:1994	Farby i lakiery. Próba odrywania do oceny przyczepności
8.	PN-EN 196-1:1996	Metody badań cementu. Oznaczanie wytrzymałości
9.	PN-C-81400:1989	Wyroby lakierowe. Pakowanie, przechowywanie, transport
10.	PN-EN 1542:2000	Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Metody badań. Pomiar przyczepności przez odrywanie
10a	PN-B-01807:1988	Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Zasady diagnostyki konstrukcji.

10.3. Inne dokumenty

11. Instrukcja ITB 194/1976 - Wytyczne badania cech mechanicznych betonu na próbkach wykonanych w formach
12. Zalecenia dotyczące wzmocniania konstrukcji mostowych za pomocą przyklejania zbrojenia zewnętrznego, IBDiM, Żmigród, 2006
13. Zalecenia dotyczące oceny jakości beton „in-situ” w istniejących konstrukcjach obiektów mostowych, GDDP, Warszawa 1998
14. 22. Wytyczne badań właściwości ochronnych betonu względem zbrojenia w mostach. IBDiM, informacje, instrukcje, zeszyt 39, Warszawa 1992.
15. „Ocena stanu technicznego wraz z niezbędnymi badaniami materiałowymi wybranych elementów betonowych 15 obiektów mostowych w ramach zadania „Rozbudowa Trasy Armii Krajowej na odcinku Al. Prymasa Tysiąclecia - Marki” w Warszawie.

11. ZAŁĄCZNIKI
WZORY PROTOKOŁÓW DLA ROBÓT
DOTYCZĄCYCH WZMACNIANIA KONSTRUKCJI ŻELBETOWEJ

ZAŁĄCZNIK 1

Kontrakt nr

Umowa nr.....

PROTOKÓŁ WYKONANIA WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI ŻELBETOWEJ
– USTALENIA TECHNOLOGICZNE

Obiekt:

Zleceniodawca:

Projektant:

Wykonawca:

Laboratorium:

Osoby odpowiedzialne:

IMIĘ I NAZWISKO	FUNKCJA	NUMER UPRAWNIENI
	Inspektor nadzoru	
	Kierownik budowy	

USTALENIA:

RODZAJ ROBÓT	ZAKRES ROBÓT	PROJEKTOWANA TECHNOLOGIA
Przygotowanie podłoża betonowego		odkucia ręczne odkucia mechaniczne oczyszczenie podłoża: – piaskowanie – hydropiaskowanie – śrutowanie – frezowanie – inne:
Przygotowanie zbrojenia		wym. stopień oczyszczenia: oczyszczanie zbrojenia: – piaskowanie – inne:
Zabezpieczenie antykorozyjne zbrojenia		o spoiwie mineralnym o spoiwie żywicznym sposób nanoszenia: – pędzel – szczotka – natrysk – inne:
Warstwa szepna		o spoiwie mineralnym o spoiwie żywicznym sposób nanoszenia: – pędzel – szczotka – inne:.....

RODZAJ ROBÓT	ZAKRES ROBÓT	PROJEKTOWANA TECHNOLOGIA
Iniekcje		– niskociśnieniowa – wysokociśnieniowa
Naprawa betonu		zaprawa PCC
Zaprawa wyrównawcza		na bazie żywicy epoksydowej
Zaprawa klejowa		na bazie żywicy epoksydowej
Taśmy kompozytowe		z włókien węglowych zatopionych w matrycy z żywicy epoksydowej
Inne roboty:		
.....		
.....		
.....		
.....		

WYKAZ ZAAKCEPTOWANYCH MATERIAŁÓW:

RODZAJ TECHNOLOGII	PRODUCENT MATERIAŁU	NAZWA MATERIAŁU	NUMER APROBATY	ZUŻYCIE JEDNOSTKOWE

WYMAGANIA DOTYCZĄCE WARUNKÓW ATMOSFERYCZNYCH:

RODZAJ TECHNOLOGII	WYMAGANIA					
	temp. powietrza	temp. podłoża	temp. materiałów	wilgotność powietrza	temp. punktu rosy	inne:

WYKAZ WYMAGANYCH BADAŃ KONTROLNYCH:

RODZAJ WYKONANEJ ROBOTY	RODZAJ BADAŃ	CZĘSTOTLIWOŚĆ	WYMAGANIA

*WYKAZ MINIMALNEGO WYPOSAŻENIA LABORATORYJNEGO
NIEZBĘDNEGO PRZY PROWADZONYCH PRACACH*

RODZAJ SPRZĘTU	ILOŚĆ SZTUK
Termometr do pomiaru temperatury powietrza	
Termometr do pomiaru temperatury podłoża	
Termometr do pomiaru temperatury materiałów	
Higrometr	
Aparat „pull-off”	
Inne:	

WYKAZ ZAAKCEPTOWANEGO SPRZĘTU I NARZĘDZI:

RODZAJ SPRZĘTU	ILOŚĆ SZTUK

INNE USTALENIA TECHNOLOGICZNE:

Wykonawca

Inżynier

Data:

Umowa nr.....

Wykonawca:

Termin rozpoczęcia.....Termin zakończenia.....	
godz.....godz.....	
Miejsce wykonania	Spód stroju niosącego przesła nr.....
Rodzaj powierzchni	Beton klasy B.....
Metoda	Piaskowanie (piaskiem grubym) inne:.....
Powierzchniowa wytrzymałość na rozciąganie [MPa]	Minimalna pomierzona wartość.....MPa Średnia wartość.....MPa
Reprofilacja	Zaprawa:.....
Równość powierzchni [mm/1m]	Max.:.....mm
Głębokość lokalnych ubytków [mm]	Poniżej.....mm
Odpalenie	Dmuchiwanie sprężonym powietrzem
Inne:	Zbrojenie zewnętrzne nie odsłonięte
Uwagi: Wytrzymałość powierzchniowa: wystarczająca [] niewystarczająca [] Równość powierzchni w granicach dopuszczalnych [] niedopuszczalnych [] Powierzchnia przygotowana właściwie [] niewłaściwie []	
Podpisy: <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> Wykonawca Inżynier </div>	
Data:	

[] właściwą odpowiedź zaznaczyć „x”

ZAŁĄCZNIK 3

Kontrakt nr

Umowa nr.....

**PROTOKÓŁ WYKONANIA WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI ŻELBETOWEJ
– KARTA ODBIORU PRZYKLEJANIA TAŚM KOMPOZYTOWYCH**

Obiekt:

Zleceniodawca:

Projektant:.....

Wykonawca:

Termin rozpoczęcia.....godz.....		Termin zakończenia.....godz.....		
Miejsce wykonania	Spód ustroju niosącego przęsła nr.....			
Rodzaj kompozytu	Taśma..... Zaprawa klejowa.....			
Temperatura powietrza [°C]	dzień/ godzina	8 ⁰⁰	14 ⁰⁰	19 ⁰⁰
Wilgotność betonu [%]	W czasie klejenia:.....%			
Wilgotność względna powietrza [%]	W czasie klejenia:.....%			
Temperatura punktu rosy [°C]	W czasie klejenia:..... °C			
Poprawność przyklejania	Wyniki „pull-off” na taśmach próbnych			
	Występowanie pustek			
	Równość powierzchni kompozytu	mm/1m	
Uwagi: Warunki klejenia i przyklejania taśm: prawidłowe [] nieprawidłowe []				
Podpisy:				
Wykonawca		Inżynier		
Data:				

[] właściwą odpowiedź zaznaczyć „x”

ZAŁĄCZNIK 4

TEMPERATURA PUNKTU ROSY

Temp. powietrza [°C]	Temperatura punktu rosy w [°C] dla podłoża, w zależności od wilgotności względnej powietrza										
	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %
4	-6,11	-4,88	-3,69	-2,61	-1,79	-0,88	-0,09	+0,78	+1,62	+2,44	+3,20
6	-4,49	-3,07	-2,10	-1,05	-0,08	+0,85	+1,86	+2,72	+3,62	+4,48	+5,38
8	-2,69	-1,61	-0,44	+0,67	+1,80	+2,83	+3,82	+4,77	+5,66	+6,48	+7,32
10	-1,26	+0,02	+1,31	+2,53	+3,74	+4,79	+5,82	+6,79	+7,65	+8,45	+9,31
12	+0,35	+1,84	+3,19	+4,46	+5,63	6,74	7,75	8,69	9,60	10,48	11,33
14	+2,20	+3,76	+5,10	6,40	7,58	8,67	9,70	10,71	11,64	12,55	13,36
15	+3,12	4,65	6,07	7,36	8,52	9,63	10,70	11,69	12,62	13,52	14,42
16	4,07	5,59	6,98	8,29	9,47	10,61	11,68	12,66	13,63	14,58	15,54
17	5,00	6,48	7,92	9,18	10,39	11,48	12,54	13,57	14,50	15,36	16,19
18	5,90	7,43	8,83	10,12	11,33	12,44	13,48	14,56	15,41	16,31	17,25
19	6,80	8,33	9,75	11,09	12,26	13,37	14,49	15,47	16,40	17,37	18,22
20	7,73	9,30	10,72	12,00	13,22	14,40	15,48	16,46	17,44	18,36	19,18
21	8,60	10,22	11,59	12,92	14,21	15,36	16,40	17,44	18,41	19,27	20,19
22	9,54	11,16	12,52	13,89	15,19	16,27	17,41	18,42	19,39	20,28	21,22
23	10,44	12,02	13,47	14,87	16,04	17,29	18,37	19,37	20,37	21,34	22,23
24	11,34	12,93	14,44	15,73	17,06	18,21	19,22	20,33	21,37	22,32	23,18
25	12,20	13,83	15,37	16,69	17,99	19,11	20,24	21,35	22,27	23,30	24,22
26	13,15	14,84	16,26	17,67	18,90	20,09	21,29	22,32	23,32	24,31	25,16
27	14,08	15,68	17,24	18,57	19,83	21,11	22,23	23,31	24,32	25,22	26,10
28	14,96	16,61	18,14	19,38	20,86	22,07	23,18	24,28	25,25	26,20	27,18
29	15,85	17,58	19,04	20,48	21,83	22,97	24,20	25,23	26,21	27,26	28,18
30	16,79	18,44	19,96	21,44	23,71	23,94	25,11	25,10	27,21	28,19	29,09
32	18,62	20,28	21,90	23,26	24,65	25,79	27,08	28,24	29,23	30,16	31,17
34	20,42	22,19	23,77	25,19	26,54	27,85	28,94	30,09	31,19	32,13	33,11
36	22,23	24,08	25,50	27,00	28,41	29,65	30,88	31,97	33,05	34,23	35,06
38	23,97	25,74	27,44	28,87	30,31	31,62	32,78	33,96	35,01	36,05	37,03
40	25,79	27,66	29,22	30,81	32,16	33,48	34,69	35,86	36,98	38,05	39,11

