

M.12.02.01	STAL SPRĘŻAJĄCA
M.12.02.01.11	STAL SPRĘŻAJĄCA - SPLOTY Ø 0,6"

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot STWiORB

Wymagania Ogólne dla Robót odnoszą się do wymagań wspólnych dla poszczególnych wymagań technicznych dotyczących wykonania i odbioru Robót, przewidzianych do wykonania w ramach realizacji zadania: „Przebudowa mostu nad zalewem rz. Nysa Kłodzka w ciągu drogi powiatowej nr 1508 O w km 12+270 w Lewinie Brzeskim”.

1.2. Zakres stosowania ST

STWiORB jest stosowana jako dokument kontraktowy przy realizacji Robót wymienionych w punkcie 1.1.

1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszych STWiORB robót, których dotyczy Specyfikacja obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu zastosowanie kabli z lin sprężających kotwionych w stożkach i blokach kotwiących. Kable są zastosowane do konstrukcji sprężonych jako kable sprężające umieszczone wewnątrz konstrukcji (kable wewnętrzne) oraz na zewnątrz konstrukcji (kable zewnętrzne), dla konstrukcji mostowych. Ustalenia powinny być zgodnie Programem Funkcjonalno-Użytkowym

1.4. Podstawowe określenia

Określenia podane w niniejszej Specyfikacji są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi normami.

1.4.1. **Konstrukcja kablobetonowa** - konstrukcja betonowa zbrojona kablami sprężającymi, w których siły sprężające są wywołane celowo i przekazywane na beton za pomocą zakotwień i innych urządzeń mechanicznych.

1.4.2. **Stal sprężająca** - druty, pręty lub sploty ze stali o dużej wytrzymałości służące do sprężania konstrukcji.

1.4.3. **Kabel sprężający** - kabel sprężający umieszczony wewnątrz przekroju sprężanego elementu z zabezpieczeniem antykorozyjnym w postaci zaczynu cementowego. Iniekcja zaczynem cementowym odbywa się po naciągu kabla.

1.4.4. **Rura osłonowa kabla (osłona kabla)** - rura oddzielająca kabel wewnętrzny od materiału konstrukcji lub zabezpieczająca kabel zewnętrzny od wpływów atmosferycznych.

1.4.5. **Łącznik kabla** - jest to urządzenie mechaniczne służące do połączenia dwóch odcinków kabla

1.4.6. **Zakotwienie kabla** - mechaniczne urządzenie umieszczone na końcu kabla, opierające się o blok oporowy, którego celem jest przeniesienie siły znajdującej się w kablu na blok oporowy kabla.

1.4.8. **Zakotwienie czynne** - zakotwienie położone od strony wprowadzenia przez naciągarkę siły naciągu do kabla.

1.4.9. **Zakotwienie bierne** - zakotwienie położone po przeciwnej stronie w stosunku do zakotwienia czynnego i pracujące przez naciąg kabla po stronie czynnej (samozaciskające się w czasie naciągu kabla).

1.4.10. **Straty reologiczne siły sprężającej** - opóźnione straty siły sprężającej występujące wskutek pełzania betonu, skurczu betonu i relaksacji stali sprężającej.

1.4.11. **Straty doraźne siły sprężającej** - straty siły sprężającej występujące w procesie sprężania zależne od: sprężanej konstrukcji, przyjętego systemu sprężania i technologii sprężania.

1.4.12. **Początkowa siła sprężająca** - siła sprężająca występująca w konstrukcji bezpośrednio po naciągnięciu i zakotwieniu kabli.

1.4.13. **Naciągarka** - urządzenie hydrauliczne lub mechaniczne służące do naciągu kabla.

1.4.14. **Program sprężania** - opracowanie techniczne zawierające wszystkie niezbędne informacje, na podstawie których można wykonać operację sprężania.

1.4.15. **Montażowa siła sprężająca** - siła występująca pod zakotwieniem kabla w czasie naciągu, bezpośrednio przed zakotwieniem kabla.

1.4.16. **Iniekt** - mieszanina cementu, wody i domieszek wypełniająca rurę osłonową kabla, służąca do zabezpieczania kabla przeciwko korozji.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, Specyfikacją Techniczną i poleceniami Inżyniera. Wykonywane roboty podlegają nadzorowi ze strony Inżyniera w zakresie stosowania właściwych materiałów i wyrobów, nieprzekraczania dopuszczalnych odchyłek i tolerancji oraz przestrzegania szczegółowych wymagań technicznych podanych w niniejszej Specyfikacji. Przekazywanie wykonanych robót do użytku powinno być poprzedzone badaniami i odbiorem technicznym przy udziale Inżyniera.

Odchylenia od Dokumentacji Projektowej są dopuszczalne tylko za pisemną zgodą Inżyniera. Powinno to być w formie uwagi z odpowiednim opisem na rysunkach wykonawczych.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania

Stosowane materiały i wyroby powinny, ze względu na gatunek i właściwości, odpowiadać warunkom podanym w zamówieniu i Dokumentacji Projektowej oraz warunkom szczegółowym. Materiały i wyroby podlegają badaniom, odbiorom technicznym i cechowaniu przez zamawiającego, któremu przysługuje prawo obecności w zakładzie wytwarzającym w każdej fazie produkcji oraz wglądu do dokumentacji zakładowej dotyczącej produkcji.

Do sprężania można użyć systemów które spełniają wymagania Dokumentacji Projektowej i posiadania dokumentu dopuszczającego do stosowania w budownictwie mostowym. Dostarczone materiały powinny być dopuszczone do stosowania w budownictwie i powinno to być odpowiednio udokumentowane (certyfikaty/deklaracje właściwości użytkowych, aprobary techniczne, atesty, oznakowania CE itp.) zgodnie z obecnie obowiązującą ustawą o wyrobach budowlanych. Materiały podlegają akceptacji przez Inżyniera."

2.2. Stal sprężająca

Do wykonania kabli będących przedmiotem niniejszej Specyfikacji należy stosować sploty L 0,6" siedmiodrutowe, do konstrukcji sprężonych, wykonane ze stali sprężającej o wytrzymałości charakterystycznej $R_{vk} = 1860 \text{ MPa}$ (w oparciu o prEN 10138-1 1991r) i), module sprężystości $E_{vmin} = 195 \text{ GPa}$

Średnica 15,7 mm,

Nominalna powierzchnia przekroju poprzecznego 150 mm²

Charakterystyczna siła zrywająca 279 kN

Możliwe jest zastosowanie stali wg innych norm, należy jednak uwzględnić odpowiednią zmianę parametrów cięga i dostosować je do wymagań Dokumentacji Projektowej.

Sploty powinny posiadać oznakowanie znakiem budowlanym na podstawie oceny zgodności z

Aprobata Techniczną.

2.3. Rury osłonowe i trójniki iniekcyjne

Rury osłonowe oraz urządzenia do iniekcji powinny być zgodne z przyjętym systemem sprężania, typem i rodzajem kabli.

Rury osłonowe powinny być elastyczne i szczelne. Rury osłonowe powinny mieć atest wytwórcy.

Trójniki iniekcyjne do iniekcji i odpowietrzania kanałów kablowych, jeżeli Dokumentacja Projektowa przewiduje ich zastosowanie, powinny być dostosowane do przyjętego systemu sprężania oraz rodzaju i wymiarów rur osłonowych.

2.4. Urządzenia kotwiące

Zakotwienia składają się z:

- bloku kotwiącego ze stożkowymi otworami na cięga składowe kabla,
- trójdzielnych szczęk kotwiących do kotwienia cięgien w otworach bloku kotwiącego,
- prowadnicy żeliwnej, która betonowana jest w konstrukcji
- dodatkowego zbrojenia w strefie zakotwienia.

Kompletne zakotwienia powinny zapewniać przeniesienie siły sprężającej na konstrukcję bez zarysowań betonu i przy odkształceniach, które ustabilizują się w określonym przedziale czasu.

W przypadku systemów sprężania objętych Europejską Aprobata Techniczną przyjmuje się, że wymaganie jest spełnione przez zastosowanie zbrojenia przeciw rozszczepianiu podanego w ETA odpowiedniego dla projektowej wytrzymałości betonu w momencie sprężania, odległości zakotwienia do krawędzi oraz odległości między zakotwieniami. Projektant dostosowuje zbrojenie przeciw rozszczepianiu wg. wymagań ETA.

2.5. Materiały do iniekcji cementowej

a) Cement

Cement portlandzki klasy CEM I bez dodatków wg PN-EN 197-1, wyprodukowanego nie wcześniej niż na 1

tydzień i nie później niż 1 miesiąc przed terminem wykonywania iniekcji,

b) Woda

Woda powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 1008. Stosowanie wody wodociągowej nie wymaga badań.

c) Domieszki

Zastosowane domieszki podlegają akceptacji Kierownika Projektu. Domieszek należy używać tylko takich, które poprawiając jedne cechy nie pogarszają innych niezbędnych cech zaczynu cementowego.

Domieszki powinny powodować opóźnienie wiązania zaczynu, zwiększać jego ciekłość oraz zmniejszać skurcz stwardniałego iniektu, a równocześnie nie osłabiać cech wytrzymałościowych, przyczepności i szczelności po stwardnieniu.

Każda domieszka powinna spełniać wymagania norm PN-EN 934-4..

Wymagania dotyczące zaczynu iniekcyjnego są następujące:

- Wskaźnik w/c: 0,36 – 0,40,
- Lepkość umowna bezpośrednio po wymieszaniu oraz 30 minut po wymieszaniu: $\leq 25 \text{ s}$ (badanie

przy użyciu lejka wypływowego),

- Lepkość umowna przy otworze wylotowym: 10 – 25 s, (badanie przy użyciu lejka wypływowego)
- Wydzielanie wody po 3 godzinach: < 2 % objętości początkowej zaczynu,
- Zmiana objętości: od 0 % do + 5 %,
- Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach: nie mniej niż 30 MPa (badanie na próbkach prostopadłościennych 40x40x160 mm)

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

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

3.2. Montaż kabli w konstrukcji

Do wprowadzenia kabli wewnętrznych do kanałów kablowych należy użyć wciągarek mechanicznych lub ręcznych lub, w przypadku stosowania techniki wpychania wprowadzającego, należy zastosować specjalne urządzenie wprowadzające i pompę hydrauliczną.

3.3. Naciąg kabli

Do naciągu należy używać naciągarek lub pras sprężających wraz z osprzętem zgodnie z przyjętym systemem sprężania i typem kabli. Naciągarki, prasy, manometry i pompy powinny być wycechowane przez upoważniony ośrodek badawczy.

Do pomiaru ciśnienia powinno się stosować manometry o klasie dokładności co najmniej 2,5 (wg PN-88/M-42304). Wskazania manometru odczytuje się z dokładnością do najmniejszej działki. Optymalny zakres pomiarowy manometru wynosi $0,2 \div 0,8$ jego całkowitego zakresu. Manometry powinny dysponować rezerwą zdolności odczytu co najmniej 30 % w stosunku do projektowanych potrzeb. Legalizacja manometrów powinna się odbywać raz na rok.

Każdy zestaw naciagowy musi być zaopatrzony w instrukcję i świadectwo kontroli zawierające aktualne parametry użytkowe naciągarki (zależność siły od ciśnienia). Parametry te powinny być aktualizowane co 6 miesięcy.

Stosowanie pras sprężających wymaga określonej przestrzeni roboczej, co należy uwzględnić w projekcie.

3.4. Iniekcja kabli

Do iniekcji kabli zaczynem cementowym należy używać specjalnych iniektarek. W czasie tłoczenia iniektu ciśnienie nie powinno przekraczać 10 atm. Sprzęt iniekcyjny należy sprawdzić na ciśnienie o 50 % przekraczające ciśnienie przewidywane przy iniekcji.

Zawiesinę cementowo-wodną należy przygotować w mieszarce szybkoobrotowej o liczbie obrotów $500 \div 1000$ na minutę.

Iniekcja powinna być wykonywana przy temperaturach powietrza, sprężonego elementu i zaczynu podanych w poniższej tabeli:

Temperatura	Powietrze	Element konstrukcyjny	Zaczyn iniekcyjny
Najniższa	+ 5 °C	+ 5 °C	+ 10 °C
Najwyższa	+ 30 °C	+ 25 °C	+ 25 °C

4. TRANSPORT

Ładunek, transport, rozładunek i składowanie wszystkich materiałów do sprzężenia wymaga szczególnej troski i dbałości, aby zachować ich dobry stan techniczny. Powinny to się odbywać zgodnie z zaleceniami producenta.

Do bocznej ściany bębna powinna być przymocowana tabliczka, na której powinny być umieszczone następujące dane:

- nazwa wytwórni
- oznaczenie
- masa netto lin na bębnie
- długość liny
- masa liny brutto
- data wykonania liny
- numer bębna

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne wymagania

Wykonawca przedstawia Inżynierowi do akceptacji projekt organizacji i harmonogram robót uwzględniający wszystkie warunki w jakich będą wykonywane roboty. Zostanie również przedstawiony PZJ oraz Szczegółowy Program Sprężania.

5.2. Przygotowanie lin

Liny dostarczane są na bębnach

Na powierzchni drutów nie powinno być wżerów z rdzy, pęknięć, łusek, rozwarstwień. Druty nie powinny mieć załamania lub uszkodzeń mechanicznych.

5.3. Zakotwienia

Zakotwienia nie mogą mieć widocznych pęknięć, a na powierzchniach klinujących również wżerów i nierówności przekraczających ustalone tolerancje.

5.4. Montaż kabla w konstrukcji

Kabel w konstrukcji powinien być zamontowany tak, aby trasa kabla była zgodna z Dokumentacją Projektową.

Dopuszczalne odchyłki kabli w stosunku do Dokumentacji Projektowej wynoszą:

- przy układaniu cięgien 19 L 0,6" w planie: ± 5 mm z tym, że lokalnie na odcinku 2 m - maksimum ± 3 mm

W kierunku pionowym odchyłki nie powinny przekraczać ± 5 mm. Powyższe tolerancje dotyczą również rozstawu cięgien jak również ich otulenia.

Kabel należy tak unieruchomić w formie lub w deskowaniu, żeby nie zmienił swego położenia w czasie betonowania.

Płaszczyzny zakotwień cięgien powinny być prostopadłe do osi cięgien.

Dopuszcza się odchyłki kątowe ± 2 %. Tolerancja ustawienia płyt oporowych na długości formy wynosi ± 10 mm, a tolerancje wymiarów poprzecznych wynoszą ± 3 mm.

5.5. Naciąg kabli

Naciąg kabli powinien być prowadzony zgodnie z programem sprężania oraz uwzględniać zapisy normy PN-S-110040:1999, które nie są sprzeczne z innymi normami zharmonizowanymi. W programie sprężania powinien zawierać następujące informacje:

- krótki opis sprężanej konstrukcji
- warunki jakim powinna odpowiadać konstrukcja, żeby można było rozpocząć sprężanie
- sposób prowadzenia naciągu kabli sprężających
- kolejność naciągu kabli
- charakterystyka zakotwień kabli
- charakterystyka naciągarek
- wartość początkowej siły sprężającej
- straty doraźne siły sprężającej
- wydłużenia kabli
- dokumentacja sprężania

Program sprężania wykonuje Wykonawca we własnym zakresie, odpowiednio do przyjętego systemu sprężania.

Sprężanie można rozpocząć po osiągnięciu przez beton 80% wytrzymałości gwarantowanej na ściskanie.

5.6. Zabezpieczenie antykorozyjne

5.6.1. Zabezpieczenia antykorozyjne kabli

5.6.1.1. Wymagania ogólne

Kable wewnętrzne zabezpiecza się przed korozją przez zastosowanie iniekcji. Zaczyn iniekcyjny dla kabli montażowych wewnętrznych winien spełniać następujące wymagania:

- wytrzymałość na ściskanie $R_{7min} = 20$ MPa, $R_{28min} = 30$ MPa
- sedimentacja nie przekraczająca 2 % objętości
- konsystencja zapewniająca całkowite wypełnienie kanału na całej jego długości i przekroju

5.6.1.2. Przygotowanie zawiesziny

Zaczyn iniekcyjny należy przygotowywać zgodnie z zatwierdzoną receptą. Po wymieszaniu składników zaczyn powinien być poddany ciągłemu powolnemu mieszaniu aż do momentu jego pompowania do kanałów. Do tłoczenia zaczynu w kanał kablony można przystąpić, jeżeli jego lepkość umowna badana metodą lejka wypływowego nie przekracza 25 sekund.

5.6.1.3. Przygotowanie próbek i badania zawiesiny

Badania kontrolne zawiesiny cementowo-wodnej należy przeprowadzić w okresie wykonywania iniekcji każdego z mostów ograniczając te badania do wytrzymałości na ściskanie, sedymentacji i konsystencji metodą lejka wpływowego.

wg PN-EN 445:20009

5.6.1.7. Zalecenia wykonawcze

Iniekcję kanałów cięgien należy przeprowadzać po sprężeniu mostu. Wobec usytuowania ustroju nośnego w spadku podłużnym iniekcję należy prowadzić od najniższych punktów kanałów.

Przed przystąpieniem do iniekcji należy sprawdzić drożność kanałów, rurek iniekcyjnych i odpowietrzających, a następnie przedmuchać powietrzem. Wymagane jest prowadzenie specjalnego dziennika tłoczenia zaczynu cementowego. Dziennik powinien zawierać opis przygotowania zaczynu, dane o stosowanym sprzęcie i recepty zaczynu oraz protokoły tłoczenia.

Protokoły tłoczenia powinny określać:

- datę tłoczenia
- dane o stanie pogody i temperaturze powietrza w czasie tłoczenia
- numer iniektowanego segmentu
- kolejny numer kanału
- długość kanału
- ilość wtłoczonego zaczynu (w litrach)
- inne uwagi o wykonanym tłoczeniu

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**6.1. Zasady ogólne**

Przeprowadzone badania i odbiory techniczne powinny odpowiadać ze względu na rodzaj, liczbę i ocenę wyników warunkom szczegółowym podanym w pkt. 6.2.

Badania materiałów i wyrobów przeprowadzone w zakładzie wytwarzającym, w zasadzie decydują o odbiorze, jednakże zamawiający ma prawo zlecić przeprowadzenie badań w uprawnionym zakładzie badawczym.

Stwierdzenie w czasie odbioru technicznego zgodności z wymaganiami wykonanych i przyjętych robót nie zmniejsza odpowiedzialności wykonawcy za stwierdzone w późniejszym okresie wady i niedokładności, jeżeli nie zostały one w czasie odbioru ujawnione i komisja odbioru technicznego nie wyraziła w protokołach zgody na ich przyjęcie.

Cechy odbiorcze i znaki pomiarowe powinny być utrzymane przez wykonawcę w stanie nienaruszonym i umożliwiający w każdej fazie wykonawstwa kontrolę wykonywanych robót.

W przypadku konieczności przeniesienia cech odbiorczych lub znaków pomiarowych albo zastąpienia ich nowymi, należy to protokołami udokumentować.

Badania techniczne mają za zadanie sprawdzenie prawidłowości wykonania poszczególnych elementów systemu sprężania, jakości użytych materiałów oraz prawidłowości wykonania zabiegu sprężania.

Badania powinny dotyczyć:

- a) materiałów i wyrobów
- b) naciągarek
- c) naciągu kabli

Wyniki badań powinny być zawarte w odpowiedniej dokumentacji w formie protokołu lub wpisu do Dziennika Budowy.

6.2. Badanie materiałów i wyrobów**6.2.1. Zakotwienia**

Zakres badań powinien obejmować:

- sprawdzenie materiału (zgodność z wymaganiami w oparciu o atesty),
- oględziny zewnętrzne (sprawdzenie nieuzbrojonym okiem, czy na powierzchni poszczególnych elementów nie ma rys, pęknięć itp.),

6.2.2. Sploty sprężające

Zakres badań powinien obejmować:

- sprawdzenie zgodności z wymaganiami w oparciu o atest,
- oględziny zewnętrzne i sprawdzenie wymiarów liny (wygląd zewnętrzny, średnica splotu, układ oraz łączenie drutów)

6.2.3. Badanie naciągarek

Stosowane naciągarki powinny mieć aktualne wyniki kablracji (tablice zależności siły od ciśnienia).

6.2.4. Badania w czasie naciągu kabli i po sprężeniu

Naciąg pierwszego kabla z każdej grupy (za grupę kabli należy uważać kable o takim samym przebiegu trasy), musi być połączony z badaniem strat doraźnych sprężania. Na podstawie tych badań należy zweryfikować program sprężania i według zweryfikowanego programu prowadzić naciąg dalszych kabli danej grupy. W czasie sprężania należy prowadzić dokumentację sprężania zgodnie z programem sprężania.

W czasie sprężania należy badać i obserwować sprężaną konstrukcję. Wyniki badań i dokumentację sprężania należy na bieżąco analizować i gdy jest to niezbędne, wprowadzać odpowiednie korekty.

6.2.5. Kontrola naciągu cięgien

Sprężanie dokonywane jest przy użyciu naciągarek, które powinny być kalibrowane co max 12m-cy.

Zasadniczą kontrolę prawidłowości sprężania uzyskuje się przez:

- pomiar siły wywołanej przez prasę naciagową,
- pomiar całkowitego wydłużenia cięgna.

Pomiar siły następuje przez pomiar ciśnienia. Należy używać manometrów o klasie dokładności nie niższej niż 2,5. Wskazania manometru odczytuje się z dokładnością do najmniejszej podziałki (odczyt siły z dokładnością do 2 %).

7. OBMIAR ROBÓT

Kontrakt ryczałtowy - jednostką obmiarową jest wykonana i odebrana zgodnie z Kontraktem jednostka określona w Zasadniczym Przedmiarze Robót Stałych (ZPRS), opracowanym przez Wykonawcę na podstawie Szczególnych Warunków Kontraktu.

8. ODBIÓR ROBÓT

Odbiorom częściowym podlegają:

- sprawdzenie typu zamontowanych cięgien,
- zgodność tras w poszczególnych przekrojach dźwigara
- prostopadłość zamocowania elementów kotwiących w stosunku do osi cięgien
- rozstaw podparć i zwis cięgien
- szczelność kanałów ciągnowych
- rozmieszczenie rurek iniekcyjnych i odpowietrzających

Odbiór końcowy całości robót winien być potwierdzony spisaniem protokołu odbioru.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Cena jednostkowa za kilogram (kg) obejmuje zakup, transport i wbudowanie wszystkich materiałów i wyrobów potrzebnych do wykonania, wbudowania i sprężenia cięgien sprężających L 0,6" (sploty, osłonki, bloki kotwiące itp.). Cena jednostkowa obejmuje również proces sprężania, zabezpieczenie antykorozyjne łącznie z wykonaniem iniekcji kanałów kablowych, sporządzenie programu sprężania oraz badania związane z wykonywanymi pracami, jak również uporządkowanie miejsca robót.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

BN-76/8935-02	Konstrukcje betonowych mostów sprężonych. Wymagania dotyczące naciągu cięgien.
PN-78/S-10041	Konstrukcje mostowe z betonu sprężonego. Wymagania i badania.
PN-72/B-06270	Roboty betonowe i żelbetowe. Konstrukcje kablobetonowe. Wymagania przy odbiorze.
PN-88/B-04300	Cement. Metody badań. Oznaczenie cech fizycznych.
PN-EN 445:2009	Zaczyn iniekcyjny do kanałów kablowych -- Metody badań