

**M.12.02.01 Kable sprężające, wewnętrzne****1. Wstęp****1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWiORB)**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są wymagania dotyczące wykonania i odbioru Robót budowlanych w ramach realizacji zadania: **"Zadanie I: Budowa skrzyżowania ul. Diamentowej w Lublinie z projektowanym przedłużeniem ul. Lubelskiego Lipca'80 oraz ul. Krochmalną, polegającą m.in. na budowie w ciągu ulic Krochmalna- Diamentowa obiektu inżynierskiego: estakady - nad skrzyżowaniem, przebudowie ul. Krochmalnej - od skrzyżowania z ul. Diamentową w kierunku rzeki Bystrzycy oraz w kierunku ul. Betonowej, przebudowie odcinka ul. Diamentowej - od skrzyżowania z ul. Krochmalną w kierunku wiaduktu kolejowego, wraz z odwodnieniem i oświetleniem"**.

**1.2. Zakres stosowania STWiORB**

Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót mostowych.

**1.3. Zakres Robót objętych STWiORB**

Ustalenia zawarte w niniejszej STWiORB dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem sprężenia konstrukcji za pomocą kabli sprężających wewnątrz konstrukcji (kable wewnętrzne) dla wykonania obiektów mostowych, a więc z:

- a) wbudowaniem armatury sprężającej (konstrukcje trasujące kable, zakotwienia, osłony kabli, rury iniekcyjne),
  - b) przygotowaniem i montażem kabli,
  - c) naciąganiem kabli,
  - d) zabezpieczeniem antykorozyjnym kabli (iniekcja)
- zgodnie z Dokumentacją Projektową.

**1.4. Określenia podstawowe**

Określenia podane w niniejszej STWiORB są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi normami oraz określeniami podanymi w DM 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

**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. Lina** - ciągnio sprężające składające się z drutów.

**1.4.3. Kabel sprężający** - ciągnio sprężające skonstruowane z drutów lub lin.

**1.4.4. Kabel sprężający z lin** - wiązka równoległych lin służąca do wywołania sił sprężających tj. do sprężenia konstrukcji.

**1.4.5. Kabel montażowy** - kabel służący do przeniesienia sił występujących w czasie montażu konstrukcji.

**1.4.6. Kabel docelowy** - kabel służący do przeniesienia sił występujących w konstrukcji pod obciążeniami eksploatacyjnymi.

**1.4.7. Kabel wewnętrzny** - kabel, którego trasa przebiega wewnątrz materiału konstrukcji (w betonie).

**1.4.8. Kabel zewnętrzny** - kabel, którego trasa przebiega poza przekrojem materiału konstrukcji i nie jest zespolony ze sprężaną konstrukcją.

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

**1.4.10. Konstrukcja trasująca kable** - konstrukcja stalowa lub żelbetowa połączona ze sprężaną konstrukcją, której celem jest zapewnienie projektowanej trasy kabli.

**1.4.11. Blok oporowy kabla** - konstrukcja stalowa lub żelbetowa, której celem jest przeniesienie siły naciągu kabla na sprężaną konstrukcję.

**1.4.12. 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.

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

**1.4.14. 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).

**1.4.15. Zakotwienie bierne pętlicowe** - zakotwienie bierne składające się z wbetonowanych w blok oporowy pętli zakończeń drutów (lin) kabla.

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

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

**1.4.18. Naciąg kabla** - wprowadzanie siły do kabla w czasie sprężania konstrukcji.

**1.4.19. Siła naciągu kabla w urządzeniu kotwiącym** - siła sprężająca występująca w konstrukcji bezpośrednio po naciągnięciu i zakotwieniu kabli.

**1.4.20. Trwała siła sprężająca** - siła sprężająca, która powinna występować w konstrukcji w czasie eksploatacji. Siła ta wynika z obliczeń konstrukcji w stanie użytkowym.

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

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

**1.4.23. Weryfikacja strat doraźnych** - badanie rzeczywistych strat doraźnych siły sprężającej i porównywanie ich ze stratami obliczonymi.

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

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

## **1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w STWiORB DM 00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

Wykonawca Robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, STWiORB i poleceniami Inżyniera.

Niezbędne dane istotne z punktu widzenia:

- organizacji robót budowlanych;
- zabezpieczenia interesu osób trzecich;
- ochrony środowiska;
- warunków bezpieczeństwa pracy;
- zaplecza dla potrzeb Wykonawcy;
- warunków organizacji ruchu;
- zabezpieczenia chodników i jezdni

podano w STWiORB DM 00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

## **1.6. Wspólny Słownik Zamówień (CPV)**

Kody grup, klas i kategorii robót Wspólnego Słownika Zamówień (CPV) dotyczących przedmiotu zamówienia podano w STWiORB DM 00.00.00 „Wymagania Ogólne”

## **2. Materiały**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w STWiORB DM 00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

### **2.1. Liny**

Do wykonania kabli linowych, jeżeli rysunki przewidują ich zastosowanie, należy stosować liny do konstrukcji sprężonych wg PN-M-80236 odmiany I z drutu I klasy. Na powierzchni drutów nie powinno być rdzy, pęknięć, łusek, rozwarstwień. Druty nie powinny mieć załamań lub uszkodzeń mechanicznych. Niedopuszczalne są łączenia drutów w linie.

Liny muszą mieć atest wytwórcy, w którym musi być podana, między innymi, wartość współczynnika sprężystości liny -  $E_v$ .

### **2.2. Kable**

Kable powinny odpowiadać Dokumentacji Projektowej.

### **2.3. Rury osłonowe i trójniki iniekcyjne**

Rury osłonowe oraz urządzenia do iniekcji powinny być zgodne z przyjętym systemem sprężania, typem i rodzajem kabli. Osłony kablowe powinny chronić kable i umożliwiać im minimalne przemieszczenia przy zachowaniu ciągłości ochrony iniektem. 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. Konstrukcje trasujące kable**

Konstrukcje powinny zapewniać przebieg trasy kabli zgodnie z Dokumentacją Projektową z dokładnością  $\pm 10$  mm.

### **2.5. Zakotwienia**

Zakotwienia muszą być zgodne z Dokumentacją Projektową oraz przyjętym systemem sprężania, typem i rodzajem kabli.

Elementy zakotwień pod względem użytego materiału, kształtów, wymiarów oraz twardości powierzchni powinny odpowiadać wymaganiom Dokumentacji Projektowej oraz przyjętego systemu sprężania.

Zakotwienia nie mogą mieć pęknięć, a na powierzchniach klinujących również wżerów i nierówności przekraczających tolerancje dopuszczone dla systemu sprężania.

Jeśli Dokumentacja Projektowa i system sprężania nie przewiduje inaczej, to w odniesieniu do powierzchni dociskających i centrujących należy przyjmować tolerancję  $\pm 0.1$  mm.

Dopuszczalne odchyłki wymiarowe na długości elementów klinujących nie powinny przekraczać  $\pm 0.5$  mm, zaś wymiarów zewnętrznych bloków  $+0.5$  i  $-0$  mm.

Wszystkie elementy zakotwień muszą posiadać atest wytwórcy.

## **2.6. Armatura bloków oporowych**

Armatura bloku oporowego powinna być zgodna z Dokumentacją Projektową oraz przyjętym systemem sprężania, typem kabla i typem bloku oporowego.

Armatura składa się z płyty oporowej, konstrukcji stożka przejściowego i zbrojenia w postaci spirali lub siatek. Wszystkie elementy armatury muszą mieć atest wytwórcy.

## **2.7. Łączniki**

Łączniki muszą być zgodne z Dokumentacją Projektową oraz przyjętym systemem sprężania, typem i rodzajem kabli.

Elementy kotwiące łączników powinny odpowiadać wymaganiom obowiązującym dla zakotwień.

Łączniki muszą posiadać atest wytwórcy.

## **2.8. Materiały do iniekcji cementowej**

### **2.8.1. Cement**

Cement portlandzki klasy 42,5 R bez dodatków, użyty nie później niż po trzech tygodniach od daty produkcji.

Cement musi spełniać wymagania normy PN-EN 197-1.

### **2.8.2. Woda**

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

### **2.8.3. Domieszki**

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.

Nie można stosować domieszek powodujących pęcznienie zaczynu cementowego o więcej niż 5%.

Każda domieszka powinna spełniać wymagania PN-EN 934.

## **3. Sprzęt**

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w STWiORB DM 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### **3.1. Formowanie kabli linowych**

Jeżeli stosowane są kable z lin, do ich formowania, czyli przygotowania lin i zmontowania ich w kable, należy użyć następującego sprzętu:

- bębny do rozwijania lin,
- urządzenia do cięcia lin (wskazane szlifierki kątowe),
- klucze zbrojarskie do formowania kabli przez wiązanie drutem wiązałkowym.

### **3.2. Montaż kabli w konstrukcji**

Do wprowadzenia kabli do kanałów kablowych w przypadku operowania kablami uprzednio uformowanymi, należy użyć wciągarek mechanicznych lub ręcznych.

### **3.3. Naciąg kabli**

Do naciągu kabli należy używać naciągarek wraz z osprzętem zgodnie z przyjętym systemem sprężania i typem kabli. Naciągarki te powinny być wycechowane przez upoważniony ośrodek badawczy. Kontroli podlegają: naciągarki hydrauliczne, manometry i pompy.

Do pomiaru ciśnienia powinno się stosować manometry o klasie dokładności co najmniej 2,5. 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.

Konstrukcja pomp powinna zapewniać ciśnienie o 30% wyższe od zakresu roboczego. Pompa powinna posiadać szczegółową instrukcję obsługi.

Każdy zestaw naciągowy 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.

### 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.

## 4. Transport

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWiORB DM 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Liny powinny być transportowane i przechowywane w stanie zakonserwowanym na bębnach o minimalnej średnicy 1400 mm. Ze względu na zagrożenie korozyjne spowodowane przez wilgoć, bębnow z linami nie wolno przewozić odkrytymi środkami transportowymi. Powinny one być składowane w zamkniętych i dobrze wentylowanych pomieszczeniach na podkładach drewnianych. Maksymalny okres magazynowania lin na budowie nie powinien przekraczać jednego miesiąca. W jednym kręgu powinien znajdować się tylko jeden odcinek liny. Niedopuszczalne jest składowanie lin na otwartej przestrzeni.

Do transportu materiałów, elementów zakotwień, innych wyrobów oraz sprzętu może być użyty dowolny środek transportu spełniający warunki w zakresie obciążenia, kubatury, skrajni, wymagań organizacyjnych i bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Na czas transportu przewożone materiały powinny być zabezpieczone przed wpływami atmosferycznymi i szkodliwymi zanieczyszczeniami.

## 5. Wykonanie robót

Ogólne wymagania dotyczące wykonywania Robót podano w STWiORB DM 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Wykonawca przed przystąpieniem do robót przedstawia Inżynierowi do akceptacji Projekt Technologii i Organizacji Robót oraz Program Zapewnienia Jakości uwzględniający wszystkie warunki w jakich będą wykonywane roboty, a także Szczegółowy Program Sprężania odpowiadający Dokumentacji Projektowej oraz przyjętemu Systemowi Sprężania. Szczegółowy Program Sprężania powinien uwzględniać podniesienie wykonawcze przy sprężeniu (+ lub -). Wykonawca robót powinien dysponować wykwalifikowaną kadrą, wyposażeniem produkcyjno-budowlanym oraz zapleczem laboratoryjnym. Prawidłowość wykonania poszczególnych elementów procesu technologicznego powinna być potwierdzona w czasie odbioru. Za jakość robót w zakresie stosowania właściwych materiałów i przestrzegania właściwych technologii odpowiedzialny jest bezpośredni Wykonawca.

### 5.1. Przygotowanie lin i formowanie kabli

Dla kabli linowych pierwszą czynnością jest rozwinięcie liny z kręgu lub z bębna.

Po rozwinięciu przecina się linę na odpowiedniej długości odcinki równe długości kabla, dodając na każde zakotwienie ok. 2,0 m.

W przypadku wprowadzania do kanału kablowego uformowanego kabla, należy z pojedynczych lin uformować kabel przez powiązanie wiązki lin drutem wiązkowym.

### 5.2. Wbudowanie armatury bloków oporowych, konstrukcji trasujących kable, rur osłonowych i trójników

Armatura bloków oporowych, konstrukcje trasujące kable i rury osłonowe powinny być tak wbudowane, żeby zapewnić trasy kabli zgodne z Dokumentacją Projektową.

Rury osłonowe kabli należy tak unieruchomić w formie, żeby nie mogły zmieniać swego położenia w czasie betonowania.

Szczególne uwagę należy zwrócić na szczelność kanałów kablowych.

Płaszczyzny zakotwień kabli powinny być prostopadłe do osi kabli.

Montaż trójników iniekcyjnych w ciągu rur osłonowych wymaga zwrócenia szczególnej uwagi na uszczelnienie połączenia rury z trójnikiem.

### 5.3. Montaż kabli w konstrukcji

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

### 5.4. Naciąg kabli (sprężanie konstrukcji)

Sprężanie konstrukcji kablobetonowej polega na naciągu kabli sprężających. Przy pracach związanych ze sprężaniem należy przestrzegać postanowień normy PN-S-10040.

Jeżeli rysunki nie przewidują inaczej, sprężanie można rozpocząć po uzyskaniu przez beton wytrzymałości gwarantowanej, wynoszącej 100% projektowanej wytrzymałości gwarantowanej na ściskanie. Przed rozpoczęciem sprężania należy sprawdzić prawidłowość wykonania wszystkich etapów realizacji konstrukcji poprzedzających sprężanie.

Przed przystąpieniem do sprężania wykonawca musi opracować Program Sprężania, który podlega akceptacji przez Inżyniera.

Program Sprężania zgodny z Dokumentacją Projektową powinien zawierać następujące informacje:

- krótki opis sprężanej konstrukcji,
- podział operacji sprężania na etapy sprężania,
- warunki, jakim powinna odpowiadać konstrukcja, żeby można było realizować poszczególne etapy sprężania,
- sposób prowadzenia naciągu kabli sprężających,
- kolejność naciągu kabli sprężających,
- charakterystykę zakotwień kabli,
- charakterystykę naciągarek,
- wartość siły naciągu kabli w urządzeniu kotwiącym
- wartość siły trwałej
- wartość strat reologicznych,
- straty doraźne siły sprężającej,
- wydłużenia kabli,
- sposób weryfikacji programu sprężania,
- dokumentację sprężania.

Należy przyjmować taką kolejność naciągu kabli, aby siła sprężająca była wprowadzana do konstrukcji możliwie symetrycznie w stosunku do osi przekroju poprzecznego.

W programie sprężania należy uwzględnić straty doraźne pochodzące od: sprężystego odkształcenia betonu w czasie naciągu kabli, tarcia kabli w osłonach i na załamaniach tras oraz poślizgu kabli w urządzeniach kotwiących. Przy określaniu strat doraźnych za podstawę należy przyjmować określaną na rysunkach siłę naciągu kabla w urządzeniu kotwiącym.

Wydłużenia kabli należy obliczać przy założeniu wartości współczynników sprężystości kabli wyznaczonych doświadczalnie, z uwzględnieniem projektowanych sił na poszczególnych odcinkach tras kabli.

Program sprężania powinien zostać zweryfikowany doświadczalnie w czasie naciągu pierwszych kabli o podobnych parametrach. Naciąg kabli powinien być prowadzony zgodnie ze zweryfikowanym programem sprężania.

Do naciągu kabli używa się naciągarek odpowiednich dla przyjętego systemu sprężenia. Kable powinny być naciągane dwustronnie przy użyciu dwóch naciągarek równocześnie.

Po naciągnięciu kabla do założonej siły, następuje jej utrwalenie przez zamocowanie końców kabla w zakotwieniach.

Naciąg kabli jest operacją niebezpieczną. W czasie naciągu kabli powinny być przestrzegane szczególne warunki bezpieczeństwa. Obsługa i eksploatacja naciągarek powinna się odbywać zgodnie z instrukcją obsługi. Stanowisko sprężania powinno być osłonięte dla ochrony pracujących przed ewentualną awarią. W przypadku stwierdzenia wycieków oleju z naciągarek hydraulicznych należy najpierw zwolnić ciśnienie i dopiero wtedy usuwać awarię.

Prawidłowość wykonania sprężania należy oceniać na podstawie wpisów w Dzienniku Sprężania.

### 5.5. Zabezpieczenie antykorozyjne

Kable sprężające zabezpiecza się przed korozją przez zastosowanie iniekcji. Od jakości zaczynu iniekcyjnego i szczelności wypełnienia kanałów kablowych zależy trwałość konstrukcji kablobetonowej. Przed przystąpieniem do iniekcji należy opracować recepturę zaczynu iniekcyjnego spełniającego następujące wymagania:

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

Należy utrzymać stosunek w/c na możliwie niskim poziomie, nie wyższym niż 0.40.

Proces iniekcji powinien prowadzić doświadczony wykonawca, a zespół wykonujący iniekcję powinien być przeszkolony i posiadać świadectwo upoważniające do wykonywania tego rodzaju prac.

Zawiesinę cementowo-wodną należy przygotować w mieszarce szybkoobrotowej. Czas mieszania powinien wynosić 5-8 minut. Wytworzony zaczyn należy przelać przez sito o oczkach 2 mm i poddać ciągłemu powolnemu mieszaniu aż do czasu wtłoczenia. Tłoczenie zawiesiny powinno się odbywać pod ciśnieniem 4-10 atm. Wypełnianie kanałów należy rozpocząć od najniższego poziomu. Każdy kanał powinien być wypełniany bez przerw aż do końca. Wtłaczanie zaczynu należy dokonywać przez rurki iniekcyjne. Tłoczenie powinno się odbywać powoli, równomiernie, bez przerw i nagłych zmian ciśnienia.

W przypadku awaryjnym, przy częściowo wypełnionym kanale, gdy nie można usunąć usterki przez 15 minut, należy kanał przedmuchać powietrzem i przepłukać wodą, a po naprawieniu sprzętu przeprowadzić tłoczenie zaczynu od nowa.

Dokumentacja iniekcji w postaci dziennika tłoczenia, stanowiąca nieodłączną część dokumentacji wykonawczej budowy, powinna zawierać następujące informacje:

- recepturę zaczynu,
- warunki stosowania (temperatura, wilgotność powietrza),
- dane o pogodzie w każdym dniu i dla każdego kabla,
- dane techniczne kabli (wymary, opis trasy),
- orzeczenie o stanie kanału i jego przygotowaniu do tłoczenia,
- informacje o wyprzedzających badaniach zaczynu i decyzję o rozpoczęciu tłoczenia,
- dane o przebiegu tłoczenia,

– inne uwagi.

Wtłaczanie zaczynu można uznać za zakończone, jeżeli z przeciwległego końca kanału lub rurki iniekcyjnej z najwyższej położonej rurki odpowietrzającej wypływa czysty zaczyn o jednolitej konsystencji, a wtłoczona objętość zaczynu jest nie mniejsza od teoretycznej objętości wolnych przestrzeni w kanale.

Jeżeli rysunki nie przewidują inaczej, iniekcję kabli należy wykonać bezpośrednio po wykonaniu naciągu celem niedopuszczenia do ich skorodowania.

## 6. Kontrola jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości Robót podano w STWiORB DM.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### 6.1. Zasady ogólne

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

Badania powinny dotyczyć:

- materiałów i wyrobów,
- naciągarek,
- naciągu kabli,
- iniekcji kabli.

Badania materiałów i wyrobów przeprowadzone w zakładzie wytwarzającym w zasadzie decydują o odbiorze, jednakże Inżynier 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, nawet 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 umożliwiającym w każdej fazie wykonawstwa kontrolę wykonywanych robót.

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

Wyniki badań powinny być zawarte w odpowiedniej dokumentacji w formie sprawozdań z badań, protokołów lub wpisów do Dziennika Budowy.

### 6.2. Badanie materiałów i wyrobów

#### 6.2.1. Ciężna sprężające

Zakres badań powinien obejmować :

- sprawdzenie zgodności z wymaganiami normy PN-M-80236 lub Aprobata Techniczną wydaną przez IBDiM,
- oględziny zewnętrzne i sprawdzenie wymiarów kabli (wygląd zewnętrzny, średnica drutów i lin, układ oraz łączenie drutów) - zgodnie z PN-M-80236.

W przypadku stwierdzenia niezgodności z wymienionymi dokumentami lub braku w teście danych dotyczących współczynnika sprężystości liny należy, zgodnie z PN-M-80236, wykonać:

- badanie własności mechanicznych liny (współczynnik sprężystości, rzeczywista siła zrywająca linę),
- badania drutów z liny (średnica, własności mechaniczne).

Do pomiaru wielkości geometrycznych należy stosować uniwersalne przyrządy pomiarowe: suwmiarki o dokładności pomiaru 0.1 mm i mikrometry o dokładności pomiaru 0.01 mm.

Badania wytrzymałościowe kabli, lin i drutów należy przeprowadzić w maszynie wytrzymałościowej posiadającej aktualne świadectwo legalizacji.

Temperatura otoczenia w czasie badań nie powinna być niższa niż +10°C.

#### 6.2.2. Zakotwienia, łączniki i armatura bloków oporowych

Zakres badań powinien obejmować:

- oględziny zewnętrzne (sprawdzenie nieuzbrojonym okiem, czy na powierzchni poszczególnych elementów nie ma rys, pęknięć itp.),
- sprawdzenie wymiarów i kształtu (pomiaru za pomocą stalowych miarek, szablonów, kątowników, liniału) z określeniem, czy mieszczą się w granicach tolerancji dopuszczonych w dokumentacji systemu sprężania,
- sprawdzenie materiału (zgodność z wymaganiami w oparciu o atesty),
- sprawdzenie wzajemnego dostosowania poszczególnych elementów zakotwienia,
- sprawdzenie poprawności montażu.

Do pomiaru wielkości geometrycznych należy stosować uniwersalne przyrządy pomiarowe: suwmiarki o dokładności pomiaru 0.1 mm i mikrometry o dokładności pomiaru 0.01 mm.

#### 6.2.3. Rury osłonowe

Zbadać należy 3 wycięte próbki rury z każdej dostawy. Długość próbki powinna wynosić 1100 mm. W ramach badań należy sprawdzić:

- średnicę rury i porównać z testem i Dokumentacją Projektową,
- szczelność.

Badanie szczelności wykonywane jest na próbce zakorkowanej jednostronnie, ustawionej pionowo i napelnionej wodą na pełną wysokość. Ubytek wody w ciągu 5 min nie powinien przekroczyć 1.5%, to znaczy, że poziom wody nie powinien się obniżyć o więcej niż 16.5 mm.

#### 6.2.4. Materiały do iniektu

Materiały do iniekcji: cement, woda i domieszki należy badać zgodnie z Specyfikacją M.13.01.00.

#### 6.3. Badanie naciągarek

Stosowane naciągarki powinny być sprawne, sprawdzone na szczelność i wytrzymałość oraz mieć aktualne wyniki badań i cechowania (tablice zależności siły od ciśnienia).

Sprawdzenie działania oraz kontrola szczelności i wytrzymałości polega na pięciokrotnym przeciążeniu całego zestawu naciągowego o 30% ponad zakres roboczy przewidywany do zastosowania. Czas jednego przeciążenia powinien trwać nie krócej niż jedną minutę. W czasie badania ciśnienie w pompie nie powinno się obniżać; nie może wystąpić wyciek oleju.

Rezultatem kontroli jest ustalenie zależności wskazań siłomierza kontrolnego i manometru naciągarki. Są to wyniki cechowania czyli parametry użytkowe naciągarki w postaci określenia zależności siły naciągowej naciągarki od ciśnienia oleju w pompie.

#### 6.4 Badania w czasie naciągu kabli i po sprężeniu

Naciąg pierwszego kabla z każdej grupy (za grupę kabli należy uważać kable tego samego typu i o takim samym przebiegu trasy) musi być połączony z badaniem czyli weryfikacją strat doraźnych sprężania. Weryfikowane są straty od:

- tarcia kabli w kanałach i na załamaniach tras,
- sprężystego odkształcenia konstrukcji,
- poślizgu kabli w urządzeniach kotwiących.

W czasie badania strat należy określić współczynnik sprężystości kabla.

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.

Wyniki badań i dokumentację sprężania należy na bieżąco analizować i, gdy jest to niezbędne, wprowadzać odpowiednie korekty.

W czasie sprężania należy obserwować sprężaną konstrukcję, konstrukcje trasujące kable, a szczególnie bloki oporowe i zakotwienia.

Kontrolę wprowadzenia prawidłowej siły naciągu do kabla uzyskuje się przez:

- pomiar siły wywołanej przez naciągarke,
- pomiar całkowitego wydłużenia kabla.

Po wykonaniu sprężania, na podstawie przeprowadzonych badań oraz pomiarów zawartych w Dzienniku Sprężania należy zweryfikować i ocenić wynik sprężania. Konstrukcję można uznać za prawidłowo sprężoną, jeżeli siły sprężające wprowadzone do konstrukcji różnią się od projektowanych nie więcej niż o 5%. W przypadku sił sprężających mniejszych od 95% sił projektowych należy wykonać obliczenie skutków niedopreżenia konstrukcji. Jeżeli nie zagraża ono funkcji obiektu lub bezpieczeństwu, można obiekt dopuścić do eksploatacji. Jeśli zagraża, to należy dopreżyć konstrukcję przez naciąg dodatkowych kabli.

W przypadku przekroczenia sił sprężających o więcej niż 5% należy również przeprowadzić obliczenia i stosownie do ich wyników podjąć decyzję odnośnie do ewentualnych zabiegów regulujących jego skutki.

Zmierzone wydłużenia kabli nie powinny się różnić od obliczonych o więcej niż 10%.

Jeżeli w sprężanej konstrukcji zostały zastosowane elementy nowe, wymagające sprawdzenia, lub w trakcie sprężania stwierdzone zostaną nieprawidłowości w zachowaniu się konstrukcji, to wówczas, po akceptacji przez Inżyniera, należy przeprowadzić specjalne badania. Badania te, prowadzone według specjalnie opracowanego programu badań, powinny w szczególności przewidzieć pomiary odkształceń, uszkodzeń (rys) i deformacji konstrukcji.

#### 6.5. Badanie iniektu cementowego

Badania kontrolne zawiesiny cementowo-wodnej należy przeprowadzać w okresie wykonywania iniekcji kabli, ograniczając te badania do:

- badania wytrzymałości na ściskanie,
- badania sedymentacji,
- pomiaru konsystencji metodą rozplywu.

##### 6.5.1. Badania wytrzymałości na ściskanie

Badania wytrzymałości na ściskanie i obliczenie wyników wykonuje się według normy PN-EN 196-1.

Formy do wykonania beleczek w ilości 12 sztuk należy uszczelnić a następnie wypełnić zawieszoną zaczynu cementowego, zagęszczając przez uderzenie formą o podstawę stołu laboratoryjnego i po wyrównaniu przez wygładzenie, przykryć folią polietylenową. Po upływie jednej doby próbki podlegają rozformowaniu, z których 6 sztuk umieszcza się w wodzie o temperaturze + 18°C aż do terminu badania po 7 i 28 dniach dojrzewania. Wodę należy zmieniać co 7 dni. Pozostałe 6 próbek osłoniętych folią polietylenową należy przechowywać w warunkach wbudowania iniektu do czasu badania tj. po 7 i 28 dniach.

### 6.5.2. Badanie sedymentacji

Zawieszoną zaczynu cementowego wlewa się do 3-ch cylindrów o objętości pomiarowej 250 cm<sup>3</sup> i szczelnie zakorkowuje. Odczyty objętości zawiesziny wykonuje się na podziałce po 1, 2 i 24 godz. od wymieszania i wypełnienia cylindrów. Wielkość sedymentacji oblicza się w procentach oddzielnie dla każdego terminu ze wzoru :

$$S = \frac{V_p - V_k}{V_p} * 100\%$$

w którym :

- V<sub>p</sub> = objętość początkowa,  
V<sub>k</sub> = pomierzona objętość po 1, 2 i 24 godzinach.

### 6.5.3. Pomiar konsystencji metodą rozplywu

Oznaczenie konsystencji wykonuje się w wiskozymetrze Sontharda. Wiskozymetr składa się z cylindra o średnicy 50 mm i wysokości 100 mm oraz płyty stalowej lub szklanej o średnicy zewnętrznej ok. 220 mm. Do cylindra ustawionego centrycznie na płycie wlewa się zaczyn i po wyrównaniu z górną krawędzią podnosi się cylinder pionowo ku górze. Pomierzona w centymetrach średnica rozlanego zaczynu jest miarą konsystencji, która powinna wynosić nie mniej niż 10 cm.

### 6.6. Pomiary geodezyjne

Wykonawca jest zobowiązany do pomiarów geodezyjnych góry ustroju nad liniami podpór, w środku rozpiętości przęsła oraz w 1/6 i 1/4 rozpiętości.

Pomiary należy prowadzić cyklicznie:

- pomiar zerowy przed betonowaniem
- pomiar 24 godziny po zakończeniu betonowania
- pomiar 1 dzień przed sprężeniem
- pomiar 1 dzień po sprężeniu
- pomiar 30 dni po sprężeniu.

## 7. Obmiar robót

Ogólne zasady obmiaru Robót podano w STWiORB DM.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### 7.1. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiaru jest kilogram (kg) wbudowanych kabli wraz z armaturą sprężającą tj. blokami oporowymi, zakotwieniami, konstrukcjami trasującymi kabli, rurami osłonowymi itp.

## 8. Odbiór robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWiORB DM.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Odbiorom częściowym podlegają:

- dostarczona armatura sprężająca - pod kątem zgodności z zastosowanym systemem sprężania i typami kabli (elementy bloków oporowych, zakotwienia, łączniki),
- sprawdzenie typu zamontowanych cięgien,
- zgodność tras w poszczególnych przekrojach konstrukcji,
- rozstaw podparć i zwis cięgien,
- szczelność kanałów kablowych i stabilizacja rur osłonowych,
- prostopadłość i pewność zamocowania elementów kotwiących w stosunku do osi cięgien,
- rozmieszczenie rurek iniekcyjnych i odpowietrzających.

Odbiór końcowy całości robót winien być potwierdzony spisaniem protokołu odbioru.

## 9. Podstawa płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano STWiORB DM.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### 9.1. Cena jednostkowa

Cena jednostkowa jest ceną uśrednioną dla podanego sposobu wykonania i obejmuje:

- opracowanie wszystkich opracowań wymienionych w pkt.5 niniejszej STWiORB wraz z niezbędnymi uzgodnieniami;



- wykonanie wszystkich czynności określonych w niniejszej STWiORB oraz wynikających z opracowań wykonanych przez Wykonawcę, wymienionych w pkt. 5 niniejszej STWiORB;
- opracowania Szczegółowego Programu Sprężania, odpowiadającego przyjętemu Systemowi Sprężania,
- zapewnienie potrzebnych czynników produkcji,
- zastosowanie materiałów pomocniczych koniecznych do prawidłowego wykonania robót lub wynikających z przyjętej technologii robót,
- zakup i dostarczenie na plac budowy wszystkich niezbędnych materiałów i wyrobów,
- wykonanie rusztowań pomostów i zabezpieczeń,
- wbudowanie armatury sprężającej tj. bloków oporowych, zakotwień, konstrukcji trasujących kable, rur osłonowych, elementów odpowietrzających i odwadniających kanały kablowe itp.,
- montaż kabli,
- sprężenie cięgien,
- zabezpieczenie antykorozyjne łącznie z wykonaniem iniekcji kanałów kablowych,
- oczyszczenie terenu robót,
- wykonanie wszystkich niezbędnych pomiarów, prób, badań i sprawdzeń,
- oznakowanie miejsca robót i jego utrzymanie.

## 10. Przepisy związane

### 10.1. Normy

PN-EN 196-1	Metody badania cementu. Oznaczanie wytrzymałości.
PN-EN 196-3	Metody badania cementu. Oznaczanie czasów wiązania i stałości objętości
PN-EN 196-6	Metody badania cementu. Oznaczanie stopnia zmielenia
PN-EN 196-7	Metody badania cementu. Sposoby pobierania i przygotowania próbek cementu
PN-EN 197-1	Cement. Skład, wymagania i kryteria zgodności dla cementu powszechnego użytku
PN-B-06270	Roboty betonowe i żelbetowe. Konstrukcje kablobetonowe. Wymagania przy odbiorze
PN-EN 1008	Woda zarobowa do betonu
PN-M-80014	Druty stalowe gładkie do konstrukcji sprężonych
PN-M-80236	Liny do konstrukcji sprężonych
PN-S-10040	Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Wymagania i badania
PN-S-10042	Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Projektowanie

### 10.2. Inne dokumenty

Nie występują

