

M-13.03.00 PREFABRYKATY BETONOWE

M-13.03.01-04 Belki prefabrykowane betonowe sprężone

1. Wstęp

1.1. Przedmiot Specyfikacji

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i montażu prefabrykatów betonowych sprężonych-strunobetonowych dla obiektów inżynierskich przy rozbudowie drogi krajowej nr 16 na odcinku Kromerowo - Biskupiec od km 170+643,26 do km 180+353,17tj.:

- Most MD-1
- Wiadukt WD-8

1.2. Zakres stosowania Specyfikacji

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

1.3. Zakres robót objętych Specyfikacją

Roboty, których dotyczy Specyfikacja, obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie, transport oraz montaż prefabrykowanych belek sprężonych strunobetonowych typu odwróconego „T” (np. Kujan NG) w ustrojach niosących obiektów mostowych.

1.4. Określenia podstawowe

Określenia podane w niniejszej Specyfikacji są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi normami oraz z określeniami podanymi w Specyfikacji M-00.00.00 "Wymagania ogólne" oraz Specyfikacji M-13.01.00 Beton.

Prefabrykat z betonu sprężonego - element z betonu sprężonego wykonany w formie, poza miejscem i przed czasem w budowania go, bez względu na to, czy został wykonany na placu budowy czy w wytwórni stałej.

Konstrukcje z betonu sprężonego - konstrukcje betonowe, zbrojone cięgnami sprężającymi, w których siły sprężające są wywołane celowo i przekazywane na beton, w celu zabezpieczenia konstrukcji przed pojawieniem się rys lub ograniczenia ich rozwarcia.

Cięgna sprężające - druty, sploty, liny lub pręty pojedyncze oraz ich wiązki (kable), ze stali o wysokiej wytrzymałości, służące do wywołania sił sprężających.

Konstrukcje strunobetonowe - konstrukcje z betonu sprężone za pomocą drutów lub splotów, naprężonych przed betonowaniem, w których przekazywanie sił sprężających z cięgien na beton dokonuje się głównie za pomocą przyczepności. Powierzchniowe skorodowanie - rdzawy nalot dający się łatwością usunąć lekko natłuszczoną szmatką.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową,

Specyfikacjami i poleceniami Inżyniera.

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w Specyfikacji M-00.00.00 "Wymagania ogólne".

2. Materiały

2.1. Elementy prefabrykowane należy wykonać z betonu o klasie określonej w Dokumentacji Projektowej stosując materiały odpowiadające wymaganiom podanym w Specyfikacji M-13.01.00 Beton i Specyfikacji M-12.00.00 Stal zbrojeniowa oraz niniejszej Specyfikacji.

2.2. Stal sprężająca

2.2.1. Druty stalowe gładkie do konstrukcji sprężonych

2.2.1.1. Powierzchnia drutu powinna być bez pęknięć, zawałców, wgnieceń, łusek, zgrubień i rdzy. Dopuszcza się ślady po ciągnięciu w postaci plam, rys o głębokości nie przekraczającej połowy sumy odchylek dla średnicy oraz pozostałości po środkach smarujących lub podkładach podsmarowanych używanych przy ciągnięciu. Druty używane do sprężania nie powinny być pokryte smarami konserwującymi.

2.2.1.2. Prostoliniowość drutu

Po odwinieciu z kregu strzałka łuku drutu przeznaczonego do konstrukcji sprężonych na długości 5,0 m nie powinna być większa niż 300 mm. Strzałki łuku drutów przeznaczonych do produkcji splotów nie określa się. Po uzgodnieniu stron dopuszcza się dostawę drutów o innych wymaganiach dotyczących prostoliniowości.

2.2.1.3. Pakowanie

Drut powinien być zwijany w kęgi. Kąg powinien składać się z jednego odcinka drutu. Zwoje drutu nie powinny być poplątane i pogiete oraz natłuszczone. Kęgi zawierające drut o średnicy 2,5 mm powinny być wiązane miękkim drutem co

Komentarz [T.S.1]: Zmienion
o: 13.00.00 na 13.01.00

Komentarz [T.S.2]: Zmienion
o: 13.00.00 na 13.01.00

najmniej w trzech miejscach równomiernie rozłożonych, a kręgi zawierające drut powyżej 2,5 mm w czterech miejscach równomiernie rozłożonych.

Do każdego kręgu powinna być przymocowana przywieszka zawierająca co najmniej:

- nazwę lub znak wytwórni,
- oznaczenie,
- klasę i wytrzymałość na rozciąganie,
- numer kręgu.

2.2.1.4. Przechowywanie

Druty powinny być przechowywane w suchych i zamkniętych pomieszczeniach. Nie dopuszcza się układania kręgów drutu bezpośrednio na podłożu betonowej.

2.2.1.5. Badania

Partię drutu należy poddać następującym badaniom:

- sprawdzenie powierzchni drutu,
- sprawdzenie średnicy drutu,
- sprawdzenie wymiarów i masy (wagi) kręgów,
- sprawdzenie wytrzymałości drutu na rozciąganie,
- sprawdzenie wydłużenia drutu,
- sprawdzenie granicy plastyczności drutu (na żądanie zamawiającego podane w zamówieniu)
- sprawdzenie liczby przegięć i badanie na zginanie,
- sprawdzenie prostoliniowości drutu.

Ponadto należy sprawdzić atest hutniczy materiału użytego do wyrobu drutu. Na żądanie zamawiającego należy przeprowadzić analizę chemiczną materiału.

2.2.1.6. Zaświadczenie o jakości

Jeżeli warunki zamówienia nie przewidują inaczej, badania przeprowadza kontrola techniczna wytwórcy. Na żądanie zamawiającego podane w zamówieniu wytwórca obowiązany jest wystawić zaświadczenie zawierające wyniki przeprowadzonych badań. Zaświadczenie powinno zawierać:

- datę wystawienia zaświadczenia,
- nazwę i adres wytwórni,
- oznaczenie,
- liczbę kręgów, numery kręgów i masę (wagę) partii,
- wyniki badań,
- podpis i pieczęć zakładu.

2.2.2. Ciągna sprężające

Cięgna należy wykonać ze stali sprężającej wg PN-71/M-80236. Liny do konstrukcji sprężonych - przy zachowaniu poniższych warunków:

- nierozkrętność

Po usunięciu z końca liny jednowarstwowej splotu zabezpieczającego, druty nie powinny się rozkręcać lub mogą się rozkręcać tylko w ten sposób, że można je lekko ręką wprowadzić w poprzednie położenie.

- prostoliniowość

Liny jednowarstwowe po odwinieciu z kręgu lub bębna mogą mieć strzałkę łuku na długości odcinka 5 m nie przekraczającą 1 m. Po uzgodnieniu między producentem a odbiorcą dopuszcza się dostawę lin o innych warunkach dotyczących prostoliniowości.

- pakowanie

Liny konstrukcji 2 x 2,5 dostarcza się w kręgach związanych w co najmniej w czterech miejscach równomiernie rozłożonych na obwodzie.

Pozostałe konstrukcje lin dostarcza się nawinięte na bębny lub zwinięte w kręgi. Wymiary bębnow i kręgów podano w tabeli poniżej.

Nominalna średnica liny [mm]	Minimalna średnica wewnętrzna kręgu lub średnica rdzenia bębna [mm]
5,0 (umowna)	650
7,8	800
12,8	1400
15,5	1400
25,5	1400
35,5	1400
45,5	1700
	Po uzgodnieniu między producentem a odbiorcą Dopuszcza się stosowanie innych minimalnych średnic rdzenia bębna

Zwoje nawiniętych lin nie powinny być poplątane, pogięte, a ponadto zwoje lin na bębnach powinny ściśle przylegać do siebie. Koniec liny powinien być przymocowany do bębna miękkim drutem. Końce lin na bębnie powinny mieć oploty na długości 200 mm z miękkiego drutu stalowego o średnicy 1,5 - 2,0 mm.

Zewnętrzna warstwa liny na bębnie lub kręgu powinna być owinięta papierem asfaltowym obwiązana miękkim drutem lub miękkim splotem. W jednym kręgu lub bębnie powinien być tylko jeden odcinek liny. Dopuszcza się dostarczanie lin w odcinkach o długościach będących wielokrotnością długości odcinków zamawianych, przy czym należy zaznaczyć w sposób trwały miejsca styku dwóch odcinków.

Obrzeża tarcz bębna powinny wystawać nad zewnętrzną warstwę liny co najmniej na 50 mm. Powierzchnia bębna stykająca się z liną powinna być gładka, bez wystających części metalowych, które mogłyby uszkodzić linę.

Do bocznej ściany bębna powinna być przymocowana metalowa tabliczka, a do każdego kręgu trwała przywieszka, na której powinny być umieszczone następujące dane:

- a) nazwa wytwórni,
- b) oznaczenie,
- c) masa (waga) netto w kg, dla lin na bębnach,
- d) długość liny lub liczbę odcinków i ich długości w m,
- e) masa (waga) liny brutto w kg,
- f) data wykonania liny,
- g) numer bębna.

Liny powinny być przechowywane w pomieszczeniach suchych, zabezpieczone przed substancjami działającymi korodującymi.

Każda partia cięgien powinna być poddana badaniom zgodnie z normą PN-71/M-80236:

- a) sprawdzenie wyglądu zewnętrznego liny,
- b) sprawdzenie średnicy liny,
- c) sprawdzenie skoku linii śrubowej liny,
- d) sprawdzenie długości liny,
- e) sprawdzenie powierzchni, układu oraz łączenia drutów w linie,
- f) sprawdzenie średnicy drutów w linie,
- g) sprawdzenie własności mechanicznych drutów w linie,
- h) sprawdzenie sumarycznej siły zrywającej linę,
- i) sprawdzenie rzeczywistej siły zrywającej linę w całości,
- j) sprawdzenie nierozkrętności liny,
- k) sprawdzenie prostoliniowości liny,

Do każdej liny wytwórca zobowiązany jest dołączyć zaświadczenie zawierające co najmniej:

- a) nazwę wytwórni,
- b) numer zamówienia,
- c) oznaczenie liny,
- d) masę (wagę) netto liny w kg i długości w m,
- e) datę wykonania,
- f) numer bębna.

Na żądanie zamawiającego, podane w zamówieniu, wytwórca powinien sporządzić protokół z przeprowadzonych badań zawierających ich opis i wyniki.

Doraźnej oceny przydatności cięgien do sprężania należy dokonywać na podstawie oględzin zewnętrznych i zaświadczenia Wykonawcy.

Jeżeli korozja spowodowała wyraźne wżery lub widoczne są inne uszkodzenia mechaniczne (np. wcięcia lub wygięcia pojedynczych drutów zwiększające średnicę cięgna) - wtedy uszkodzone odcinki cięgien należy wybrakować.

Kręgi cięgien nie wolno przewozić otwartymi środkami transportowymi. Kręgi powinny być składowane na podkładach drewnianych.

Maksymalny okres magazynowania stali sprężającej nie powinien przekraczać 6 miesięcy

2.3. Formy do produkcji belek

Wykonawca robót zobowiązany jest do wykonania projektu form we własnym zakresie.

Projekt formy powinien uwzględniać następujące czynniki:

- dokładność wykonania elementów formy ma zabezpieczyć uzyskanie wymiarów belek określonych w Dokumentacji Projektowej z zachowaniem wymaganych tolerancji,
- możliwość odcinania cięgien sprężających w przewidzianej w Dokumentacji Projektowej odległości od czoła belki.

Przed montażem zbrojenia należy formy oczyścić i posmarować środkiem zabezpieczającym przed przyczepnością betonu, lecz nie wpływającym szkodliwie na jakość betonu.

2.4. Osłonki plastikowe na liny

Część lin na końcach belek ma zastosowane osłonki plastikowe dla zlikwidowania przyczepności do betonu. Ilość osłonek i zakres ich zastosowania są określone w Dokumentacji Projektowej.

3. Sprzęt

3.1. Urządzenia do naciągu cięgien

3.1.1. Ogólny opis i wymagania

3.1.1.1. Zasadnicze elementy zespołu naciągowego

Zespół naciągowy - kotwiący ciągnien powinien składać się z następujących zasadniczych elementów:

- prasy naciągowej,
- pompy ręcznej lub pompy z napędem elektrycznym,
- zestawu manometrów,
- przewodów olejowych.

Do naciągu ciągnien dopuszcza się użycie zespołu naciągowego wycechowanego przez upoważnione laboratorium lub ośrodek naukowo - badawczy.

3.1.1.2. Prasy naciągowe

Do naciągu ciągnien należy stosować prasy hydrauliczne typowe, których budowa uzależniona jest od typu ciągnien. Konstrukcja prasy powinna zapewniać odpowiednią jej wytrzymałość, szczelność zapobiegającą wyciekom oleju i bezpieczeństwo obsługi. Maksymalna siła naciągu prasy powinna być przynajmniej o 30 % większa od przewidywanej wartości.

Do każdej prasy powinna być załączona instrukcja obsługi oraz świadectwo zawierające:

- a) nazwę wytwórni,
- b) oznaczenie konstrukcyjne prasy,
- c) dopuszczalne wartości ciśnienia,
- d) współczynnik lub wykres sprawności,
- e) masę prasy,
- f) rok produkcji,
- g) wyniki kontroli technicznej.

3.1.1.3. Pompy

Konstrukcja pomp ręcznych i pomp o napędzie elektrycznym powinna umożliwiać uzyskiwanie ciśnienia oleju o około 30% większego od potrzebnego do naciągu. Do naciągu należy używać pompy poddane uprzednio kontroli technicznej przez producenta lub w zakładach remontowych. Pompa powinna być wyposażona w szczegółową instrukcję obsługi. Przy posługiwaniu się pompą o napędzie elektrycznym obowiązują ogólne przepisy bezpieczeństwa przy posługiwaniu się urządzeniami pracującymi pod napięciem.

3.1.1.4. Manometry

Do kontroli ciśnienia oleju w prasach naciagowych należy używać manometrów o klasie dokładności nie niższej niż 2,5. Zaleca się stosowanie manometrów o tak dobranym zakresie, aby przy pomiarach ciśnień wykorzystywać część tarczy powyżej 1/3 zakresu wskazań.

3.1.1.5. Przewody olejowe

Dopuszcza się stosowanie wysokociśnieniowych przewodów stalowych lub elastycznych wykonanych z gumy w oplocie stalowym. Przewody olejowe powinny mieć odpowiednią wytrzymałość i szczelność.

Każdy komplet przewodów powinien być zaopatrzony w atest zawierający:

- a) nazwę wytwórni,
- b) oznaczenie przewodu,
- c) dopuszczalną wielkość ciśnień,
- d) rok produkcji,
- e) wynik kontroli technicznej.

3.1.2. Kontrola urządzeń do naciągu

3.1.2.1. Kontrola pras naciagowych

Przed użyciem należy przeprowadzić kontrolę prasy naciągowej zgodnie z instrukcją.

3.1.2.2. Kontrola manometrów polega na ogólnych oględzinach, sprawdzeniu daty założenia płołby i dokumentu legalizującego, zgodnie z instrukcją.

3.2.2.3. Kontrola przewodów olejowych polega na ogólnych oględzinach, pozwalających na stwierdzenie braku uszkodzeń mechanicznych i sprawdzeniu atestu, zgodnie z instrukcją.

3.1.2.4. Cechowanie zespołu naciągowego

Zespół naciagowy powinien być cechowany zgodnie z instrukcją.

3.2. Do montażu i przeładunku prefabrykatów proponuje się zastosowanie dźwigów samochodowych o udźwigu i wysięgu odpowiadającym terenowym warunkom montażu i przeładunku. Odpowiadające tym warunkom dźwigi wymagają utwardzonej powierzchni placu montażowego oraz drogi dojazdowej. Wykonawca może jednak użyć dowolnego sprzętu po zaakceptowaniu go przez Inżyniera.

4. Transport

Podczas transportu druty i cięgna sprężające powinny być zabezpieczone przed wpływami atmosferycznymi, uszkodzeniami mechanicznymi oraz szkodliwymi zanieczyszczeniami.

Do każdej przesyłki powinna być dołączona specyfikacja drutu zawierająca co najmniej:

- nazwę lub znak wytwórni,
- oznaczenie,
- liczbę kręgów,
- masę (wagę) kręgów.

Transport betonu i stali zbrojeniowej wg Specyfikacji M-12.00.00 i Specyfikacji M-13.01.00.

Ustalona dla rozformowania belki wytrzymałość betonu jest również dopuszczalna dla transportu i składowania.

Podczas podnoszenia belka powinna być zawieszona na zakotwionych na jej końcach hakach.

Podczas składowania należy przestrzegać następujących warunków:

- belka ma być podparta na krawędziach drewnianych usytuowanych w osiach łóżysk,
- niedopuszczalne jest ustawienie belki w pozycji pochylej poprzecznie z powodu możliwości przewrócenia i zniszczenia belki,
- w miejscu podparcia dolna płaszczyzna stopki dolnej powinna przylegać do krawędziaka drewnianego na całej szerokości półki,

Podczas przestawiania belek, ich transportu i ponownego ustawiania niedopuszczalne są uderzenia i wstrząsy mogące spowodować mechaniczne uszkodzenia krawędzi betonu.

W miejscu składowania przy ustawianiu pierwszych skrajnych belek należy zwrócić szczególną uwagę na ich stateczność i odpowiednio zabezpieczenie przed możliwością przewrócenia.

Składowanie elementów na wolnym powietrzu w przypadku spadku temperatury poniżej 0 °C jest dopuszczalne tylko po osiągnięciu przez beton pełnej mrozoodporności.

Pod względem gabarytowym i ciężarowym prefabrykaty powinny być dostosowane do wymogów transportu kołowego i kolejowego.

Komentarz [T.S.3]: Zmieniono: 13.00.00 na 13.01.00

5. Wykonanie robót

5.1. Wykonawca przedstawi Inżynierowi do akceptacji Projekt organizacji i harmonogram robót uwzględniający wszystkie warunki, w jakich będą wykonywane roboty. W projekcie tym winien się znaleźć Projekt Organizacji montażu wraz z uzasadnieniem dobranej sprzety montażowego (dobór udźwigu i wysięgu dźwigu montażowego do ciężaru i położenia prefabrykatu).

5.2. Wykonanie cięgien

5.2.1. **Właściwości mechaniczne drutów** lub lin używanych do wykonania cięgna powinny być zbliżone do siebie. Zaleca się wykonywać cięgna z jednej partii kręgów.

5.2.2. Szablony do wykonywania form cięgien

Cięgna wykonywane z drutów lub lin powinno się formować za pomocą odpowiednich szablonów. Szablony powinny zapewniać należyte położenie drutów lub lin względem siebie.

5.2.3. **Wiązanie cięgien sprężających** powinno zapewnić niezmienną i trwałość położenia poszczególnych drutów względem siebie, przy zachowaniu odpowiednich prześwitów zapewniających dokładne otoczenie zawieszoną cementową każdego drutu lub liny. Należy stosować w cięgnię druty i liny uporządkowane i ciągłe.

5.3. Układanie cięgien

5.3.1. Sprawdzenie form i deskowań

Przed układaniem cięgien należy sprawdzić prawidłowość wykonania form lub deskowań. Deskowanie powinno zapewnić całkowitą stabilizację zakotwień.

Tolerancja na długości całej formy $\pm 0,3$ cm.

5.3.2. **Wyznaczenie trasy poszczególnych cięgien** należy wykonać zgodnie z Dokumentacją Projektową. Tolerancja dla pojedynczego cięgna może wynosić 1 cm, a dla grupy cięgien $\pm 0,5\%$ wysokości przekroju poprzecznego elementu.

5.4. Wykonywanie prefabrykatów

5.4.1. Warunki Ogólne i Dokumentacja Projektowa

W produkcji należy uwzględniać polskie normy podane w niniejszych Specyfikacji. Ze względu na typizację belek prefabrykowanych i ich stosowanie dla określonych parametrów wytrzymałości - prawidłowość wykonania każdej belki powinna być potwierdzona w karcie odbioru.

Za jakość wykonywanych belek odpowiedzialny jest bezpośredni Wykonawca, który jest zobowiązany do prowadzenia stałej i skutecznej kontroli technicznej, oraz do przestrzegania przepisów obowiązujących w zakresie jakości materiałów wyjściowych i prawidłowego wykonywania poszczególnych robót. Prefabrykaty winny być wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową i niniejszymi Specyfikacjami.

5.4.2. Przygotowanie zbrojenia

Zbrojenie przygotowuje się na stanowisku zbrojarskim. Wymagana jest duża dokładność wykonania, zapewniająca uzyskanie zaprojektowanych otulin zbrojenia.

5.4.3. Przygotowanie formy przed montażem zbrojenia

Wewnętrzne powierzchnie formy przed montażem zbrojenia należy każdorazowo czyścić i posmarować płynem zmniejszającym powierzchnię przyczepność betonu, lecz nie wpływającym szkodliwie na jakość betonu.

5.4.4. Montaż zbrojenia w formie

Zastosowane zbrojenie w formie powinno być zgodne z Dokumentacją Projektową. Przed zamknięciem formy upoważniony brygadzysta robót zbrojarskich ma obowiązek sprawdzenia i potwierdzenia prawidłowości zmontowanego zbrojenia

5.4.5. Naprężanie cięgien

Wykonawca winien opracować program sprężania belek w dostosowaniu do posiadanych pras stosowanych do naciągu cięgien zgodnie z Dokumentacją Projektową. Niedopuszczalne jest sprężanie konstrukcji bez opracowanego i zatwierdzonego programu. W elementach strunobetonowych program powinien zawierać technikę i kolejność zwalniania naciągu cięgien.

Przed przystąpieniem do naprężania cięgien należy każdorazowo określić wartość rzeczywistego współczynnika sprężystości dla każdej partii lin.

Rzeczywisty współczynnik sprężystości liny E_1 należy określić z zależności:

$$E_1 = \Delta_{\sigma} : \Delta_{es}$$

w której:

- Δ_{σ} przyrost naprężeń w linie pod wpływem zwiększania naciągu od siły wyjściowej do siły przewidzianej w Dokumentacji Projektowej

- Δ_{es} sprężysta część odkształceń jednostkowych liny pod wpływem przyrostu naprężeń $\Delta\sigma$.

Przed przystąpieniem do sprężania należy wyeliminować przyczepność na określonych w Dokumentacji Projektowej odcinkach cięgien.

Sprężanie należy prowadzić ściśle według opracowanego programu sprężania. W celu zmniejszenia strat spowodowanych relaksacją stali należy zwiększyć siłę naciągu o 10%.

Wykonawca prefabrykatów powinien posiadać "Instrukcję obsługi i eksploatacji" stosowanych pras i ściśle kierować się wskazówkami w niej zawartymi. Manometry pras naciagowych muszą być pełnosprawne.

Sprężanie mogą wykonywać tylko pracownicy posiadający specjalne uprawnienia, wydane przez uprawnioną instytucję. Cechowanie zespołów naciagowych należy przeprowadzać w następujących przypadkach:

- po każdym remoncie zespołu
- po wymianie manometru
- w przypadku nieużytkowania zespołu przez 3 miesiące lub dłużej ale nie rzadziej niż raz na pół roku

Zabrania się stosowania innych olejów niż te, które zalecono w instrukcji eksploatacyjnej.

W czasie naciągu cięgien należy zachować współosiowość cięgna i prasy naciagowej.

Podczas wykonywania sprężania wszystkich cięgien należy kontrolować ciśnienie, siłę naciągu i wydłużenie oraz prowadzić bieżące zapisy dokonywanych pomiarów w kartach sprężania według podanego wzoru 1.

W celu umożliwienia kontrolowania poślizgu strun w czasie betonowania i obcinania strun zaleca się oznaczenie minią kilku cięgien w określonej odległości od czoła formy (przed końcówką obcinaną).

Jeżeli w zaprojektowanym sprężeniu nie ma miejsca na cięgna rezerwowe - przy sprężaniu należy zwracać specjalną uwagę na to, aby nie spowodować ucieczki cięgien w trakcie sprężania.

W celu przeprowadzenia dodatkowej kontroli prawidłowości sprężania - zaleca się ciąć cięgna jednakowej długości z dokładnością do 1 cm, a od strony biernej zakładać zakotwienia w stałej odległości od końca cięgna. Można wtedy przed rozpoczęciem betonowania stwierdzić w sposób przybliżony, czy wszystkie cięgna zostały zakotwione z jednakową siłą. Operator sprężania jest zobowiązany:

- znać instrukcje i warunki technologiczne w zakresie naciągu cięgien
- przygotować sprzęt do sprężania
- wykonywać bieżącą konserwację i drobne naprawy sprzętu
- każdorazowo pomierzyć siłę naciągu i wydłużenia
- zapisać dokonane pomiary oraz wypełnić kartę sprężenia według podanego wzoru
- przestrzegać przepisów BHP obowiązujących przy naciągu cięgien

Wzór 1

KARTA SPRĘŻANIA
prefabrykowanej belki strunobetonowej

typu L = m.

1. Data wykonania sprężenia
2. Numer belki
3. Ciężna o średnicy mm
4. Gatunek stali
5. Siła naciągu każdego splotu i wielkości wydłużenia co piątego splotu

Nr splotu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S										
Δ 1										
Nr splotu	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S										
Δ 1										
Nr splotu	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
S										
Δ 1										
Nr splotu	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
S										
Δ 1										
Nr splotu	41	Majster odpowiedzialny za prawidłowe wykonanie sprężenia								
S										
		Podpisy podwykonawców:								
		Operator sprężania -								
		Numer uprawnień -								

Zaleca się betonowanie sposobem jednokierunkowym od czoła belki.

Wymagane jest, aby zastosowany sposób betonowania i zagęszczania masy betonowej zapewniał jednorodność betonu zarówno na całej długości belki, jak i na całej powierzchni przekroju poprzecznego.

Układanie i zagęszczanie masy betonowej w jednej formie należy wykonywać w sposób ciągły, a ewentualne przerwy awaryjne nie powinny przekraczać 1 godziny.

5.4.6. Dojrzewanie i pielęgnacja betonu oraz zwalnianie naciągu

W celu zmniejszenia strat naparzenia na górnej powierzchni belki - stosować należy przykrycie matami z płótna brezentowego.

Zwalnianie naciągu (sprężanie) należy prowadzić wyłącznie w sposób podany w programie, który powinien zawierać technikę i kolejność zwalniania naciągu cięgien.

Wymagana wytrzymałość betonu przed przystąpieniem do zwalniania naciągu cięgien poprzez ich obcinanie ma wynosić nie mniej niż 70% wytrzymałości gwarantowanej betonu.

Sprawdzenia wytrzymałości betonu należy dokonać zgodnie z Specyfikacją M-13.00.00 (PN-88/B-06250).

Dodatkowe sprawdzenie należy wykonać za pomocą sklerometru lub betonoskopu - niezwłocznie po wyjęciu belki z formy (w odległości 0,5 m od końca belki oraz w środku rozpiętości)

Warunki dalszego dojrzewania betonu do pełnej wytrzymałości powinny być następujące:

- należy zapewnić utrzymanie określonych warunków cieplno - wilgotnościowych niezbędnych do osiągnięcia pełnej wytrzymałości
- powierzchnie odsłonięte powinny być chronione przed szkodliwym działaniem czynników atmosferycznych (wiatr, nasłonecznienie, mróz)
- beton belki powinien być poddany stałemu nawilgoceniu np. przez polewanie wodą co najmniej przez 3 dni
- przy temperaturze poniżej +5°C nie należy polewać betonu, lecz stosować maty ocieplające.

5.4.7. Demontaż formy i wyjęcie belki z formy

Roboty demontażowe obejmują:

- znięcie pokrywy brezentowej,
- pierwsze obcięcie palnikiem cięgien,
- demontaż formy,
- podniesienie belki,
- odtransportowanie belki na tymczasowe składowisko.

5.5. Montaż belek

Na budowie belki powinny być składowane na podkładkach w pozycji pionowej. Przed przystąpieniem do montażu belek należy ocenić ich stan techniczny oraz sprawdzić czy pręty przeznaczone do zespolenia z nadbetonem są odspojone, wyprostowane i oczyszczone. Przy montażu belek szczególną uwagę należy zwrócić na prawidłowe oparcie belek na przyczółkach (poprzez podlewkę cementowo-piaskową grubości ~1 cm, wylewaną bezpośrednio przed układaniem belek).

Poszczególne belki należy układać w rozstawie względem siebie zgodnym z Dokumentacją Projektową. Szczeliny między belkami w przęsłach należy przed zabetonowaniem nadbetonu uszczelnić (zgodnie z informacją podaną w katalogu belek). Te same szczeliny między belkami na odcinku podparcia (przegubu) należy bezpośrednio przed betonowaniem nadbetonu zalać betonem o kruszywie drobnoziarnistym.

Przed przystąpieniem do betonowania nadbetonu i uszczelnienia między belkami w miejscach podparć powierzchnie belek stykające się z nowym betonem, jak również powierzchnie deskowania - należy starannie zwilżyć wodą.

6. Kontrola jakości robót

6.1. Kontrola zbrojenia, betonu, rusztowań i deskowań wg Specyfikacji M-12.00.00 i Specyfikacji M-13.01.00

Komentarz [T.S.4]: Zmienion
o: 13.00.00 na 13.01.00

6.2. Kontrola i odbiór cięgien w konstrukcji

W czasie kontroli należy sprawdzić:

- typ zmontowanych cięgien,
- zgodność z Dokumentacją Projektową rozstawu oraz tras cięgien w poszczególnych przekrojach.

6.3. Kontrola naciągu cięgna

Podstawą do określania wielkości siły w cięgnię jest pomiar ciśnienia w prasach, z równoczesnym pomiarem wydłużenia cięgna. Pomiary wydłużenia należy wykonać z dokładnością do 1 mm, a pomiar ciśnienia - z dokładnością do najmniejszej podziałki manometru.

6.4. Ocena prawidłowości naciągu powinna być wykonana na podstawie danych z dziennika sprężania, który należy prowadzić w czasie naciągu cięgien. Konstrukcję należy uznać za dostatecznie sprężoną, jeżeli uzyskana siła sprężająca odpowiada danym założonym w Dokumentacji Projektowej z tolerancją 5%. W przypadku uzyskania wartości sprężającej mniejszej od 95% projektowanej, decyzję o przyjęciu sprężanej konstrukcji powinien podjąć Inżynier na podstawie analizy Dokumentacji Projektowej.

6.5. Kontrola naprężania cięgien

6.5.1. Podczas naprężania cięgien zaleca się stosowanie następujących metod kontroli:

- pomiary ciśnienia w prasie naciągowej,
- pomiary całkowitych wydłużeń cięgien z uwzględnieniem strat w zakotwieniach
- bezpośrednie pomiary strat na skutek tarcie cięgien
- pomiary strzałki podniesienia elementu sprężonego,
- pomiary jednostkowych odkształceń cięgien,
- pomiary jednostkowych odkształceń drutów,
- pomiary odkształceń elementu sprężanego.

W elementach strunobetonowych pomiar strzałki podniesienia elementu wg d) oraz pomiary odkształceń elementu wg g) należy prowadzić w czasie zwalniania naciągu.

Kontrola a) i b) powinny być stosowane przy każdym zabiegu naprężania cięgien. Rodzaje kontroli wg c) - g) należy stosować w określonych niżej przypadkach.

Pomiary strat spowodowanych tarcie cięgien wg c) należy prowadzić:

- przynajmniej w trzech pierwszych prefabrykowanych belkach dla wszystkich cięgien przy uruchamianiu produkcji belek,
- w elementach i obiektach sprężanych dwustronnie dla wszystkich cięgien.

W przypadku dużej rozbieżności między zamierzonymi wartościami oporu tarcia, przekraczających 10% wartości średniej, należy wartość tych strat zmierzyć w dalszych trzech belkach.

Pomiarów tych można nie wykonywać dla cięgien prostoliniowych o długości nie przekraczającej 10 m.

Pomiary strzałek elementów sprężanych wg d) należy prowadzić:

- przynajmniej w trzech pierwszych prefabrykowanych elementach przy uruchamianiu produkcji.

Stosowanie metod kontroli wymienionych w e), f) i g) zaleca się w przypadku obiektów lub elementów prototypowych oraz w uzasadnionych przypadkach na życzenie projektanta lub Inżyniera.

6.5.2. Pomiary ciśnienia w prasie

Naciąg cięgien należy prowadzić na podstawie wskazań ciśnienia oleju w prasach naciagowych. Pomiary ciśnienia w prasie naciagowej należy wykonywać za pomocą manometrów odpowiadających wymaganiom podanym w 3.1.1.4. i 3.1.2.2. Ciśnienie należy odczytywać z dokładnością do najmniejszej podziałki manometru. Przy określaniu siły naciągu z pomiaru ciśnienia należy uwzględnić wyniki cechowania zespołu naciagowego, co powinno być uwidocznione w nomogramie prasy. Nomogram powinien zawierać wielkość sił w prasie z uwzględnieniem sprawności prasy dla każdej wielkości ciśnienia oleju w prasie naciagowej.

6.5.3. Pomiary całkowitych wydłużeń cięgien

Pomiary wydłużeń należy wykonywać od strony prasy i od strony przeciwnej (bez prasy) mierząc występujące wielkości wydłużeń i poślizgów w czasie naciągu i kotwienia. Wymagana dokładność pomiarów powinna wynosić 1 mm. Pomiary wielkości przemieszczeń obu końców naprężanego cięgna należy wykonywać względem ścian czołowych. W uzasadnionych przypadkach przy obliczaniu wydłużeń cięgien na podstawie pomiarów wykonanych w wyżej podany sposób, należy uwzględnić odkształcenie sprężanego elementu. Za stan wyjściowy przy pomiarach wydłużeń należy przyjąć stan odkształceń cięgien, jaki ma miejsce przy sile naciągu równej $10 \pm 20\%$ wartości projektowanej siły naciągu. Całkowite wydłużenie cięgien należy obliczyć na podstawie otrzymanych pomiarów wydłużeń przez ekstrapolację, przyjmując, że wykres zależności $\sigma(\epsilon)$ dla cięgien w zakresie od zera do około połowy projektowanej siły jest prostoliniowy. Przy obliczaniu przewidywanych wydłużeń można przyjmować następujące współczynniki sprężystości (E):

- dla cięgien z równoległych wiązek drutów poddawanych uprzednio zabiegowi przeciągania do siły o 10 % większej od projektowanej wartości siły naciągu $E = 2 \times 10^6 \text{ kG/cm}^2$ ($196 \times 10^5 \text{ N/cm}^2$),
- dla cięgien linowych współczynnik sprężystości należy dla każdej partii określać doświadczalnie.

Dopuszczalne różnice między rzeczywistymi i przewidywanymi wydłużeniami wynoszą 10%.

Jeżeli zmierzone wartości wydłużeń są niezgodne z przewidywanymi wartościami wydłużeń ponad dopuszczalną wartość, z uwzględnieniem tolerancji, należy przerwać sprężanie i określić przyczynę niezgodności.

W przypadku niemożności usunięcia przyczyny niezgodności ostateczna decyzja może być powzięta po przeprowadzeniu udokumentowanej analizy.

6.5.4. Bezpośrednie pomiary strat na skutek tarcia cięgien

Wielkość całkowitych strat siły w cięgnię na skutek tarcia można określić jako różnicę wartości siły naciągu od strony czynnej prasy i siły w cięgnię na przeciwnym końcu. Wartości siły naciągu można określić przez pomiar ciśnienia w prasie, zaś wartość siły w przeciwnym końcu cięgna mierzy się dynamometrem. Zamiast dynamometru dopuszcza się użycie drugiej prasy naciagowej z manometrem pod warunkiem spełnienia przez nią wymagań zgodnie z 3.1.2. i 6.5.2. Do pomiarów ciśnienia w prasach i dynamometrach podczas określania strat zaleca się stosowanie manometrów o wyższej klasie dokładności niż podczas sprężania np. 1,5 lub 1,0. W przypadku gdy w badanych cięgnach średnia mierzona wartość strat na skutek tarcia przekracza więcej niż o 5% wartość obliczeniową, należy przeprowadzić analizę strat i odpowiednio skorygować naciąg.

6.6. Dodatkowe wymagania dotyczące rusztowań i deskowań

- dopuszczalne przesunięcie płaszczyzny deskowania w stosunku do położenia projektowanego wynosi 2% wymiaru elementu, mierzonego prostopadle do tej płaszczyzny, jednak nie więcej niż 6 mm;
- dopuszczalne lokalne nierówności powierzchni przy sprawdzaniu łata długości 3 m, mierzone w dwóch prostopadłych kierunkach wynoszą 4 mm;
- rusztowania, deskowania i formy powinny być wykonane z podniesieniem wykonawczym; odchyłka wielkości podniesienia wykonawczego nie powinna przekraczać $\pm 20\%$ w stosunku do wartości przewidywanej.

6.7. Elementy prefabrykowane

6.7.1. Wymagania ogólne

Powierzchnia elementów prefabrykowanych powinna być gładka, a nierówności oraz ubytki nie powinny przekraczać dopuszczalnych odchyłek wymiarów podanych w tabelach a - c.

Pęknięcia i rysy na powierzchni elementów z betonu sprężonego są niedopuszczalne. Rysy powierzchniowe skurczowe w elementach żelbetowych są dopuszczalne pod warunkiem spełnienia wymagań Specyfikacji M-13.03.01 Pustki, raki i wykruszyny w elementach prefabrykowanych są dopuszczalne w granicach podanych w Specyfikacji M-13.03.01 dla elementów żelbetowych.

Wytrzymałość betonu w prefabrykatach powinna odpowiadać założonej w Dokumentacji Projektowej klasie betonu.

6.7.2. Dopuszczalne wartości odchyłek wymiarów prefabrykatów

Jeżeli Dokumentacja Projektowa nie przewiduje inaczej, dopuszczalne odchyłki wymiarów prefabrykatów powinny być zgodne z wartościami podanymi w tabelach a - c.

Tabela a

Dopuszczalne odchyłki wymiarów przekroju poprzecznego belek

Wymiar	Wartości odchyłek, mm od projektowanego wymiaru elementu		
	do 60 cm	61-120 cm	ponad 120 cm
Wysokość przekroju belki	+ 6	+ 8	+ 10

Tabela b

Dopuszczalne odchyłki wymiaru długości belek

Wymiar	Wartość odchyłek, mm od projektowanej długości lub wysokości elementu			
	do 6 m	6,1-15 m	15,1-30 m	ponad 30 m
Długość belki	±10	±15	±20	±80

Tabela c

Dopuszczalne odchyłki od prostoliniowego kształtu gotowych belek

Wymiar	Dopuszczalna wartość krzywizny, mm dla elementu o długości			
	do 6 m	6,1-15 m	15,1-30 m	ponad 30 m
Krzywizna belki w planie	± 12	± 30	± 60	± 80

6.8. Montaż prefabrykatów

6.8.1. Ogólne zasady montażu

Montaż prefabrykatów powinien się odbywać według opracowanego przez Wykonawcę i zatwierdzonego przez Inżyniera Projektu Organizacji montażu.

6.8.2. Dokładność montażu elementów prefabrykowanych powinna być zgodna z wymaganiami wg tabeli poniżej.

Dopuszczalne odchyłki w mm w zależności od rodzaju elementu i rodzaju odchyłki

Rodzaj elementu	Przesunięcie Elementu w pionie	Przesunięcie elementu w poziomie w stosunku do Projektu Technicznego	
		w kierunku poprzecznym	w kierunku podłużnym
Dźwigary główne belki	± 15	± 10	± 10

Różnice strzałek krzywizny dźwigarów głównych, montowanych w tym samym prześle, mierzone w płaszczyźnie pionowej, nie powinny przekraczać dopuszczalnych odchyłek przesunięcia w pionie.

6.9. Badania

6.9.1. Program badań

- badania w czasie budowy,
- badania po zakończeniu budowy,
- badania dodatkowe.

6.9.2. Badania w czasie budowy

Ogólne zasady badania konstrukcji mostowych z betonu sprężonego w czasie budowy powinny być zgodne z Specyfikacją M-13.01.00.

Badania w czasie budowy obejmują:

- sprawdzenie materiałów,
- sprawdzenie konstrukcji pomocniczych,
- sprawdzenie elementów prefabrykowanych,
- sprawdzenie zbrojenia elementów z betonu sprężonego,
- sprawdzenie robót betonowych,
- sprawdzenie sprężania konstrukcji,
- sprawdzenie montażu prefabrykatów,
- sprawdzenie warunków transportu i składowania elementów prefabrykowanych,
- sprawdzenie całości budowli betonowanej na miejscu.

6.9.3. Badania dodatkowe wykonuje się w przypadku, gdy co najmniej jedno badanie wg 6.9.2. dało wynik niezadowalający lub wątpliwy.

6.9.4. Opis badań w czasie budowy

6.9.4.1. Sprawdzenie materiałów polega na kontroli rodzaju i gatunku materiałów, porównaniu ich z założonymi w Dokumentacji Projektowej, stwierdzeniu zgodności z normami przedmiotowymi oraz świadectwami jakości i protokołami odbioru.

6.9.4.2. Sprawdzenie elementów prefabrykowanych polega na kontroli:

- ogólnego wyglądu prefabrykatu,
- wytrzymałości betonu w prefabrykacie,
- wartości odchyłek wymiarów i porównanie ich z dopuszczalnymi,

Komentarz [T.S.5]: Zmienion o: 13.00.00 na 13.01.00

6.9.4.3. Sprawdzenie zbrojenia elementów z betonu sprężonego polega na kontroli:

- a) zbrojenia ze stali prętowej zwykłej zgodnie z warunkami podanymi w Specyfikacji M-12.00.00.
- b) montażu cięgien sprężających zgodnie z warunkami niniejszej Specyfikacji.

6.9.4.4. Sprawdzenie robót betonowych należy wykonać zgodnie z zasadami przyjętymi w Specyfikacji M-13.01.00.

Komentarz [T.S.6]: Zmienion
o: 13.00.00 na 13.01.00

6.9.4.5. Sprawdzenie sprężania konstrukcji należy wykonać wg niniejszej Specyfikacji.

6.9.4.6. Sprawdzenie montażu prefabrykatów należy wykonać powszechnie przyjętymi metodami pomiarów geodezyjnych, przy czym dopuszczalne błędy nie mogą przekraczać:

- a) dla pomiarów niwelacyjnych 1 mm,
- b) dla pomiarów liniowych 0,1 %.

6.9.4.7. Sprawdzenie warunków transportu i składowania polega na sprawdzeniu zgodności z zasadami przyjętymi w Dokumentacji Projektowej i niniejszej Specyfikacji.

6.9.5. Ocena wyników badań

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań należy ustalić, czy konstrukcja mostowa wykonana jest zgodnie z normą. W szczególności należy ustalić:

- a) czy stwierdzenie odchyłki od Dokumentacji Projektowej przekraczają wartości dopuszczalne,
- b) rodzaje i liczbę usterek oraz możliwości ich usunięcia,
- c) wpływ stwierdzonych odchyłek i usterek na użytkową wartość obiektu.

W przypadku gdy chociaż jeden wynik badania wykaże niezgodność z wymaganiami, całość lub część robót należy uznać za niezgodne z normą. Roboty wykonane niezgodnie z normą nie mogą być przyjęte. W przypadku takim sposób dalszego postępowania należy ustalić komisyjnie. Wyniki badań wraz z ich oceną powinny zostać ujęte w formie protokołu

6.10. Zaświadczenie o jakości (atest)

Dla wyprodukowanych elementów wytwórnia musi wystawić atest zawierający:

- datę wystawienia atestu
- nazwę i adres producenta
- wykaz cech elementów objętych atestem
- krótki opis przeprowadzonych badań z wynikami
- podpisy osób przeprowadzających badania

7. Przepisy związane

„Zespolone mosty płytowe z belek strunobetonowych” – Katalog Transprojekt – Warszawa Sp. z o.o.

- PN-88/B-04300 Cement. Metody badań
- PN-90/B-06240 Domieszki do betonu. Metody badań efektów oddziaływania domieszek na beton
- PN-90/B-06241 Domieszki do betonu. Domieszki przyspieszające twardnienie. Wymagania i badania efektów oddziaływania na beton
- PN-90/B-06242 Domieszki do betonu. Domieszki uszczelniające. Wymagania i badania efektów oddziaływania na beton
- PN-90/B-06243 Domieszki do betonu. Domieszki uplastyczniające i upłynniające. Wymagania i badania efektów oddziaływania na beton
- PN-90/B-06244 Domieszki do betonu. Domieszki kompleksowe. Wymagania i badania efektów oddziaływania na beton
- PN-88/B-06250 Beton zwykły
- PN-86/B-06712 Kruszywa mineralne do betonu
- PN-76/B-06714/00 Kruszywa mineralne. Badania. Postanowienia ogólne
- PN-91/B-06714/34 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie reaktywności alkalicznej
- PN-88/B- 30000 Cement portlandzki
- PN-88/B- 30002 Cementy specjalne
- PN-88/B-32250 Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw
- PN-80/H-04310 Próba statyczna rozciągania metali
- PN-86/H-84018 Stal niskostopowa o podwyższonej wytrzymałości. Gatunki
- PN-89/H-84023/06 Stal określonego zastosowania. Stal do zbrojenia betonu. Gatunki.
- PN-82/H-93215 Walcówka i pręty stalowe do zbrojenia betonu
- PN-71/M-80236 Liny do konstrukcji sprężonych
- PN-91/S-10042 Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Projektowanie
- PN-89/S-10050 Obiekty mostowe. Konstrukcje stalowe. Wymagania i badania
- PN-82/S-10052 Obiekty mostowe. Konstrukcje stalowe. Projektowanie
- PN-93/S-10080 Obiekty mostowe. Konstrukcje drewniane. Wymagania i badania.
- PN-92/S-10082 Obiekty mostowe. Konstrukcje drewniane. Projektowanie
- BN-88/6731-08 Cement. Transport i przechowywanie
- BN-84/6774-02 Kruszywo mineralne. Kruszywo łamane do nawierzchni drogowych.
- BN-76/8935-02 Konstrukcje betonowych mostów sprężonych. Wymagania i badania.
- PN-78/S-10041 Konstrukcje mostowe z betonu sprężonego. Wymagania i badania.
- PN-77/S-10040 Żelbetowe i betonowe konstrukcje mostowe. Wymagania i badania.

