**SPECYFIKACJA TECHNICZNA**

**PALE/kolumny Przemieszczeniowe**

Pale/kolumny wiercone, wykonywane w technologii betonowania ciśnieniowego

za pomocą świdra przemieszczeniowego

# **WSTĘP**

## Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania, odbioru robót i badań kontrolnych związanych z palami/kolumnami wierconymi, wykonywanymi w technologii betonowania ciśnieniowego za pomocą świdra przemieszczeniowego, zwanych dalej palami/kolumnami przemieszczeniowymi (inaczej np. pale SDP (Screw Displacement Piles), FDP (Full Displacement Piles), kolumny SDC (Screw Displacement Columns), FDC (Full Displacement Columns), CMC (Controlled Modulus Columns), CSC (Controlled Stiffness Columns)).

## Zakres stosowania ST

Przykładowa Specyfikacja Techniczna może służyć do opracowania Szczegółowej Specyfikacji Technicznej, która jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w p.1.1.

## Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą robót wymienionych w p. 1.1., związanych z wykonywaniem pali/kolumn przemieszczeniowych.

**Pale/kolumny przemieszczeniowe** są wykonywane świdrem przemieszczeniowym, bez orurowania. Wiercenie i betonowanie następuje w dwóch oddzielnych fazach, które następują bezpośrednio po sobie. W czasie wiercenia i betonowania dochodzi do przemieszczenia na bok gruntu zalegającego w podłożu, co korzystnie wpływa na nośność pobocznicy pali/kolumn.

Po wyciągnięciu świdra w świeżą mieszankę betonową wciskane jest zbrojenie w postaci szkieletu z prętów lub profil walcowany. W przypadku kolumn zbrojenie nie musi być stosowane. Procedury wykonawcze pali/kolumn przemieszczeniowych są zgodne z wymogami normy PN‑EN 12699 Wykonawstwo specjalnych robot geotechnicznych, Pale przemieszczeniowe.

Pale stosuje się do posadowienia obiektów mostowych, przemysłowych, hydrotechnicznych i innych obiektów budowlanych, gdy warunki gruntowe wykluczają posadowienie bezpośrednie. Kolumny stosuje się do wzmocnienia podłoża pod nasypami i obiektami budowlanymi jako wzmocnienie objętościowe gruntu.

Pale/kolumny wykonuje się jako pionowe, używając świdrów o średnicy odpowiadającej nominalnej średnicy pala/kolumny.

ST dotyczy:

* wykonania zaprojektowanej liczby pali/kolumn,
* wykonania pali/kolumn do próbnych obciążeń,
* kontroli jakości i wykonania badań kontrolnych,
* sporządzenia dokumentacji powykonawczej.

**1.4. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość stosowanych materiałów i wykonywanych robót oraz za ich zgodność z Dokumentacją Projektową, Specyfikacją Techniczną oraz zaleceniami Inżyniera. Ogólne wymagania dotyczące Robót podano w STWiORB, „Wymagania ogólne”.

Roboty palowe powinny być realizowane na podstawie Dokumentacji Projektowej zawierającej projekt techniczny palowania, określający cechy materiałowe pali/kolumn, wartości parametrów geotechnicznych (w dokumentacji geotechnicznej), zagłębienie pali/kolumn, niezbędną nośność pali/kolumn.

W przypadku stwierdzenia istotnych niezgodności warunków geotechnicznych z podanymi w projekcie (dokumentacji geotechnicznej), należy odpowiednio dostosować liczbę i wymiary pali/kolumn - w uzgodnieniu z Inżynierem i nadzorem autorskim.

Analogicznie należy postępować w przypadku natrafienia w trakcie wykonywania otworu w gruncie na nieprzewidziane przeszkody (kamienie, kłody drewna, itp.).

**2. MATERIAŁY**

**2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów**

Wszystkie materiały i wyroby stosowane do wykonywania pali/kolumn przemieszczeniowych muszą być zgodne z odpowiednimi normami oraz ze specyfikacjami dotyczącymi tych robót. Dostarczane materiały muszą mieć niezbędne atesty, a źródła dostawy tych materiałów muszą być dokumentowane. Warunki ogólne stosowania materiałów, ich pozyskania i składowania podano w STWiORB, „Wymagania ogólne”.

**2.2. Beton**

Właściwy skład mieszanki powinna określać „Receptura mieszanki betonowej”, zaakceptowana przez Inżyniera. Do wykonania pali/kolumn stosuje się beton klasy C…… zgodnie z normą PN EN 206-1. Mieszanka betonowa powinna być projektowania w oparciu o zalecenia normy PN-EN 12699 z zachowaniem warunków niniejszej Specyfikacji.

Wymagania dla cementów, kruszyw i wody oraz dodatków do betonu powinny spełniać warunki podane w stosownych normach.

**2.3. Iniekt**

Do wykonywania kolumn o niskim wytężeniu trzonu można wykorzystywać iniekt. Wytrzymałość charakterystyczną na ściskanie należy określić na podstawie badań laboratoryjnych. Dobór cementu oraz współczynnik woda/cement powinien zapewnić wymaganą trwałość materiału z uwzględnieniem agresji gruntu i wody.

**2.4. Zbrojenie**

Do zbrojenia pali należy używać koszy z prętów zbrojeniowych albo stal profilową. Zbrojenie powinno być wykonane zgodnie z projektem technicznym i SST.

Stal kształtowa stosowana do zbrojenia pali przemieszczeniowych powinna być wyposażona w prowadnice zapewniające osiowe wciśnięcie pręta w mieszankę betonową trzonu pala.

Zaleca się zbrojenie pala na głębokość uzasadnioną względami wytrzymałościowymi. Nie należy bez uzasadnienia nadmiernie zwiększać długości zbrojenia.

**3. SPRZĘT**

Sprzęt używany do wykonywania pali/kolumn podlega akceptacji Inżyniera. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w STWiORB, „Wymagania ogólne”.

Palownica, umożliwiająca wkręcanie świdra i podawanie betonu pod ciśnieniem, powinna być wyposażona w urządzenia do rejestracji i kontroli wizualnej parametrów produkcyjnych takich jak opory wkręcania świdra, prędkość liniowa świdra, wydatek i ciśnienie betonu.

Wymiary świdra muszą umożliwiać wykonanie pali/kolumn o średnicy nominalnej i długości określonej w Dokumentacji Projektowej.

Sprzęt pomocniczy: pompa do betonu, betonowozy w ilości zapewniającej ciągłość betonowania pala/kolumny bez potrzeby oczekiwania na dowóz mieszanki betonowej.

**4. TRANSPORT**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWiORB, „Wymagania ogólne”. Transport, rozładunek i montaż maszyn powinien odbywać się z zachowaniem wszystkich wymogów odnośnie przewozu maszyn budowlanych i zasad BHP.

**5. WYKONANIE ROBÓT**

**5.1. Wymagania ogólne**

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w STWiORB, „Wymagania ogólne”. Roboty palowe objęte niniejszą Specyfikacją wykonane mogą być tylko przez Wykonawcę posiadającego odpowiedni sprzęt do wykonania pali/kolumn przemieszczeniowych oraz odpowiednie doświadczenie w prowadzeniu tego typu robót. Wykonawca na życzenie Zlecającego opracuje i przedłoży do zaakceptowania przez Inżyniera projekt technologii i organizacji oraz PZJ dla robót palowych/wzmocnieniowych. Pale/kolumny należy wykonywać z odpowiednio przygotowanej i oznaczonej platformy roboczej.

Wykonanie pali/kolumn składa się z następujących czynności:

* wytyczenie geodezyjne osi pala/kolumny,
* ustawienie świdra palownicy nad wytyczoną osią pala/kolumny,
* wiercenia pala/kolumny na głębokość projektową,
* betonowania pala/kolumny z równoczesnym podciąganiem świdra, odsłonięcie świeżo uformowanego trzonu i oczyszczenie powierzchni betonu,
* wprowadzenie zbrojenia w świeżą mieszankę betonową,
* skucie głowic do rzędnej projektowej.

Ukończony pal/kolumna powinien mieć kształt walca betonowego o średnicy co najmniej równej nominalnej średnicy pala/kolumny. Proces formowania powinien zapewnić uzyskanie pala betonowego / kolumny betonowej o jednolitej jakości, bez przerw i niejednorodności.

**5.2. Wyznaczanie osi pali/kolumn**

Przed przystąpieniem do robót należy zorganizować plac budowy i wytyczyć osie pali/kolumn. Osie pali/kolumn oraz poziomy ich głowic powinny być wyznaczone geodezyjnie i oznaczone na gruncie w sposób trwały. Szkic z podaniem oznaczeń i odległości pomiarowych należy włączyć do dokumentacji budowy.

**5.3. Wiercenie pala/kolumny**

Wiercenie odbywa się świdrem przemieszczeniowym, w którego centralnej części znajduje się przewód umożliwiający tłoczenie betonu w czasie formowania pala/kolumny. Przed rozpoczęciem wkręcania świdra należy sprawdzić jego pionowość i ustawienie w osi pala/kolumny. Wiercenie powinno się odbywać w sposób ciągły bez wyciągania świdra.

Pale/kolumny należy wykonywać w takiej kolejności i w taki sposób, aby nie powodować uszkodzenia wcześniej wykonanych pali/kolumn.

**5.3. Betonowanie pala/kolumny**

Mieszankę betonową należy podawać pod odpowiednim ciśnieniem, centralną rurą rdzeniową świdra przemieszczeniowego. Do podawania mieszanki betonowej należy stosować pompy przystosowane do podawania betonu na wysokość odpowiadającą poziomowi przewodu nad głowicą obrotową obracającą świder, po jego wyciągnięciu z gruntu. Pompowanie masy betonowej powinno odbywać się wg instrukcji opracowanej dla danego urządzenia. Mieszanka musi być podawany do pala/kolumny z odpowiednim wydatkiem, do którego dostosowana jest prędkość podciągania świdra tak, aby powstał ciągły, monolityczny pal/kolumna o nominalnym przekroju. Formowanie trzonu należy wykonać z pewnym naddatkiem, który usuwa się wraz z przykrywającym go urobkiem.

Rzeczywista średnica pala nie może być mniejsza od średnicy nominalnej świdra.

Próbki do badań betonu pobiera się w czasie wprowadzania mieszanki betonowej do pompy. Pobiera się co najmniej 4 szt. próbek z każdego dnia formowania pali, ale nie mniej niż liczba pali wykonanych w tym dniu. W przypadku dostawy mieszanki betonowej z wytwórni o jakości kontrolowanej przez producenta, dopuszcza się zmniejszenie liczby próbek o połowę. Próbki należy przygotowywać, przechowywać i badać zgodnie z PN-EN 206-1:2003/Ap1:2003.

**5.4. Wykonanie i montaż zbrojenia**

Zbrojenie, wykonane zgodnie z Projektem Technicznym, wprowadza się w świeżą mieszankę betonową przy użyciu wyciągarki zamontowanej na palownicy lub oddzielnego urządzenia dźwigowego. W przypadku długiego zbrojenia, gdy opory są znaczne, stosuje się wspomaganie pogrążania zbrojenia wibratorem. Zbrojenie należy wkładać centrycznie i pionowo. Pogrążanie należy zakończyć na poziomie zgodnym projektem technicznym.

**5.5. Tolerancje wykonawcze**

Tolerancje wykonawcze powinny być zgodnie z Projektem Technicznym. W przypadku braku wymagań dotyczących tolerancji wykonawczych dopuszczalne odchyłki położenia pala/kolumny w planie zgodnie z PN-EN-12699 nie powinny być większe niż 10 cm (e ≤ 10 cm).

1. **KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**
   1. **Zakres kontroli**

Kontroli podlegają:

* przygotowanie platformy roboczej,
* warunki gruntowe,
* materiały użyte do wykonania pali/kolumn przemieszczeniowych,
* zakres robót i ich zgodność z Dokumentacją Projektową,
* zgodność prowadzenia robót z wytycznymi technologicznymi określonymi w Projekcie Technologicznym,
* tolerancje wymiarów pali/kolumn,
* ewentualne badania specjalne, np. próbne obciążenia pali/kolumn, badania ciągłości pali/kolumn.

Wykonawca w czasie robót rejestruje wszystkie niezbędne dane, dotyczące wykonania pali/kolumn i umieszcza je w metrykach wykonania pali/kolumn.

**6.2. Sprawdzenie przygotowania platformy roboczej**

Przed rozpoczęciem Robót palowych należy sprawdzić przygotowanie platformy roboczej pod względem zgodności z wymaganiami określonymi w Dokumentacji Projektowej.

W przypadku uzasadnionych przesłanek napotkania niezinwentaryzowanych urządzeń lub instalacji, otwory do głębokości 1,2 m powinny być wykopane ręcznie.

**6.3. Sprawdzenie warunków gruntowych**

Sprawdzenie podłoża gruntowego polega na ogólnym porównaniu rzeczywistych warunków gruntowych w miejscu wykonywania pala z warunkami podanymi w Dokumentacji Projektowej. Wykonuje się przez obserwację oporu wiercenia.

**6.4. Kontrola materiałów**

Kontrola jest przeprowadzana wg wymagań Projektu Technicznego i określonych w pkt.2 niniejszej ST.

Należy przeprowadzać na bieżąco badania konsystencji świeżej mieszanki betonowej: jedno oznaczenie na zmianę roboczą (metodą opadu stożka).

Należy również prowadzić badania wytrzymałości na ściskanie stwardniałego betonu: oznaczane na serii 4 próbek, pobieranych każdorazowo podczas betonowania w ilości wg Dokumentacji Projektowej.

**6.5. Monitorowanie wykonania pali/kolumn**

Przed rozpoczęciem robót Wykonawca na życzenie Zlecającego sporządza a Inżynier Budowy zatwierdza „Plan zapewnienia jakości”.Monitorowanie wykonuje się wg opracowanej przez Wykonawcę instrukcji technologicznej w zakresie zgodnym PN-EN 12699 uzgodnionej z Inżynierem.

Badania, w trakcie formowania pala, polegają na sprawdzaniu zagłębienia świdra w grunt, objętości i ciśnienia mieszanki betonowej wtłaczanej do otworu oraz prędkości podciągania świdra. W czasie wbudowywania zbrojenia sprawdza się głębokość opuszczenia i współosiowość usytuowania w trzonie pala.

Sprawdzenie zgodności z Dokumentacją Projektową polega na porównaniu wykonanych robót z Dokumentacją Projektową i niniejszą Specyfikacją Techniczną. Należy sprawdzać położenie głowicy pala i osi zbrojenia pali.

**6.6. Metryki pali/kolumn**

Wykonawca ma obowiązek sporządzenia metryk pali/kolumn (minimum 70% wykonanych pali/kolumn należy udokumentować zapisem automatycznym), które powinny obejmować:

* numer wykonanego pala/kolumny,
* średnicę, długość pala/kolumny,
* datę i czas wykonania pala/kolumny,
* objętość użytego do wykonania betonu,
* klasę wbudowanego betonu/rodzaj iniketu, rodzaj zbrojenia,
* wykresy ciśnienia betonowania, objętości betonu, prędkości wiercenia, siły wiercenia i ciśnienia wiercenia (lub momentu obrotowego w zależności od rodzaju maszyny) w funkcji głębokości.

**6.7. Badania ciągłości trzonu pala**

W celu dokonania kontroli ciągłości trzonu pala należy wykonać specjalistyczne badania polegające na rejestracji i analizie fali naprężenia, wywołanej uderzeniem specjalnego młotka w głowicę pala. Pale przeznaczone do wykonania badań wyznacza Inżynier w ilości …. % łącznej liczby pali/kolumn. Pale/kolumny przeznaczone do badań powinny zostać przygotowane poprzez skucie wierzchniej warstwy betonu.

Należy pamiętać, że ze względu na specyfikę technologii pali/kolumn przemieszczeniowych polegającą na rozpychaniu gruntu, które zmienia stan naprężenia w podłożu, badania ciągłości mogą być trudne lub niemożliwe do interpretacji.

**6.8. Badania nośności pali**

Liczba próbnych obciążeń, terminy badania, zasady pomiaru ustalane są zgodnie z PN‑EN 1997-1 oraz ISO 22477-1.

### Badania nośności pali powinny być wykonane na podstawie Projektu próbnych obciążeń, który stanowi integralną część projektu palowania. W projekcie określa się pale wybrane do badania nośności. Projekt i badania powinno być realizowane przez uprawnioną jednostkę badawczą.

**7. OBMIAR ROBÓT**

Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWiORB, „Wymagania ogólne”. Jednostką obmiaru jest 1 mb długości pala/kolumny określonej średnicy (lub jedna sztuka pala/kolumny przemieszczeniowej). Do długości pala/kolumny nie wlicza się wystającego zbrojenia, ani nadlewki betonu. Długość wykonanych pali oblicza się na podstawie Dokumentacji Projektowej.

**8. ODBIÓR ROBÓT**

**8.1. Zasady ogólne**

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

Pale/kolumny należy uznać za wykonane zgodnie z wymaganiami jeżeli wszystkie badania opisane powyżej dały wyniki pozytywne i zostały dotrzymane warunki postanowień ogólnych. W przypadku stwierdzenia usterek nie nadających się do usunięcia, lecz nie zagrażających bezpieczeństwu budowli w okresie jej całej przewidywanej eksploatacji, można warunkowo przyjąć pal/kolumnę.

W przypadku stwierdzenia negatywnych wyników badań Inżynier w porozumieniu z Projektantem winien stwierdzić:

* czy uzyskanie negatywnych wyników spowodowane jest błędem wykonania na skutek nie spełnienia wymogów niniejszej Specyfikacji lub nie zachowania zasad technologicznych, czy też wynika z innych powodów np. z innych niż w dokumentacji warunków gruntowych,
* czy zachodzi potrzeba wykonania dodatkowych pali/kolumn.

W przypadku jeśli potrzeba wykonania dodatkowych pali/kolumn nie wynika z uchybień Wykonawcy, roboty te będą robotami dodatkowymi, za wykonanie których Wykonawcy przysługuje dodatkowe wynagrodzenie.

**8.1. Odbiory częściowe**

Odbiory częściowedokonywane są w oparciu o metryki pali/kolumn i faktyczne ilości wykonywanych metrów bieżących pali/kolumn (lub sztuk). W miarę możliwości Wykonawca powinien sukcesywnie przekazywać atesty na zastosowane materiały.

**8.2. Odbiory końcowe.**

Do odbioru końcowego wymagane są:

* dokumentacja powykonawcza (w tym protokoły dzienne wykonania pali/kolumn, wydruki metryk wykonania pali/kolumn (minimum 70% wykonanych pali/kolumn)
* wyniki badań wytrzymałości próbek betonu na ściskanie,
* atesty na zastosowane materiały,
* wyniki próbnych obciążeń zgodnie z PN‑EN 1997-1 oraz ISO 22477-1,
* wyniki innych badań zarządzonych przez Inżyniera.

# **PODSTAWA PŁATNOŚCI**

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWiORB, „Wymagania ogólne”. Podstawą dla wystawienia faktury jest podpisany przez Zlecającego protokół wykonanych i odebranych robót. Podstawą płatności jest kwota podana przez Wykonawcę wynikająca z bieżącego zaawansowania robót, zaakceptowana przez Inżyniera. Kwota będzie uwzględniać wszystkie czynności, wymagania i badania składające się na jej wykonanie określone dla tej Roboty w Specyfikacji Technicznej oraz w Dokumentacji Projektowej.

1. **PRZEPISY ZWIĄZANE**

PN-EN 1997-1 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1 zasady ogólne

PN-EN-12699 Wykonawstwo specjalistycznych robót geotechnicznych. Pale przemieszczeniowe.

PN-EN 1536:2001 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale wiercone

ISO 22477-1:2018 Geotechnical investigation and testing – Testing of geotechnical structures. Part 1: Testing of piles: static compression load testing.

PN-B-02481:1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar

PN-B-02479:1998 Geotechnika. Dokumentacja geotechniczna. Zasady ogólne

PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe.

PN-82/H-93215 Walcówka i pręty stalowe do zbrojenia betonu

[PN-89/H-84023.06](javascript:displayWindow('detale.php?j=pl&n=PN-89/H-84023.06&nw=f&t=zbrojenia%20betonu&tw=w&i=&il=20&s=1',600,500))Stal określonego zastosowania. Stal do zbrojenia betonu. Gatunki

PN-H-84023-6/A1:1996 Stal określonego zastosowania. Stal do zbrojenia betonu. Gatunki (Zmiana A1)

PN-ENV 10080:2004 Stal do zbrojenia betonu. Spawalna stal żebrowana B500 Warunki techniczne dostawy prętów, kręgów i siatek zgrzewanych

[PN-ISO 6935-1:1998](javascript:displayWindow('detale.php?j=pl&n=PN-ISO%206935-1:1998&nw=f&t=zbrojenia%20betonu&tw=w&i=&il=20&s=1',600,500))Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie

[PN-ISO 6935-1/Ak:1998](javascript:displayWindow('detale.php?j=pl&n=PN-ISO%206935-1/Ak:1998&nw=f&t=zbrojenia%20betonu&tw=w&i=&il=20&s=1',600,500))Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju

[PN-ISO 6935-2:1998](javascript:displayWindow('detale.php?j=pl&n=PN-ISO%206935-2:1998&nw=f&t=zbrojenia%20betonu&tw=w&i=&il=20&s=1',600,500))Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane

[PN-ISO 6935-2/Ak:1998](javascript:displayWindow('detale.php?j=pl&n=PN-ISO%206935-2/Ak:1998&nw=f&t=zbrojenia%20betonu&tw=w&i=&il=20&s=1',600,500))Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju

[PN-ISO 6935-2/Ak:1998/Ap1:1999](javascript:displayWindow('detale.php?j=pl&n=PN-ISO%206935-2/Ak:1998/Ap1:1999&nw=f&t=zbrojenia%20betonu&tw=w&i=&il=20&s=1',600,500))Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju

PN-EN 197-1:2002 Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.

PN-EN 197-2: 2002 Cement. Część 2: Ocena zgodności

PN-B-19707:2003 Cement-Cement specjalny – Skład, wymagania i kryteria zgodności. –

PN-EN 1008-1:2004 Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej

PN-EN 206:2014-04 Beton - Wymagania właściwości, produkcja i zgodność.

PN-EN 12350-1:2011 Badania mieszanki betonowej. Część 1: Pobieranie próbek.

PN-EN 12350-2:2011 Badania mieszanki betonowej. Część 2: Badanie konsystencji metodą stożka opadowego.

PN-EN 12350-6:2011 Badania mieszanki betonowej. Część 6: Gęstość.

PN-EN 12390-2:2011 Badania betonu. Część 2: Wykonanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych.

PN-EN 12390-3:2011/AC 2012 Badania betonu. Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badania.

PN-EN 12390-7:2011 Badania betonu. Część 7: Gęstość betonu.

PN-EN 12620:2004 Kruszywa do betonu.