

SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

ST D.02.02.01.PP

WYKONYWANIE WZMOCNIENIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO METODĄ PALI PRZEMIESZCZENIOWYCH

1. Wstęp

1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej

Przedmiotem niniejszej ST są wymagania dotyczące wykonanie i odbioru robót związanych ze wzmocnieniem podłoża gruntowego pod nasyp drogowy dla inwestycji: „Przebudowa drogi nr 222 w zakresie zabezpieczenia jezdni i chodnika w miejscowości Siwiałka od projektowanego km 2+445 do 2+515”.

1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument kontraktowy przy realizacji robót wymienionych w pkt. 1.1.

1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji określają wymagania dla wzmocnienia podłoża gruntowego dla inwestycji wymienionej w pkt 1.1 poprzez wykonanie wzmocnienia podłoża za pomocą **pali przemieszczeniowych (PP)**.

1.4. Określenia podstawowe

Określenia podane w niniejszej ST są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi normami i definicjami podanymi w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt. 1.4 oraz D.02.02.01 - specyfikacji wzmocnienia podłoża gruntowego

1.4.1. Pale przemieszczeniowe (PP)

Pionowe kolumny z betonu formowane za pomocą świdra przemieszczeniowego lub ślimakowego, wzmacniające słabe podłoże gruntowe. Mogą być niezbrojone lub zbrojone.

1.4.2. Materac geosyntetyczny

Materac wykonywany ponad głowicami pali. Jego zadaniem jest transmisja obciążeń od nasypu oraz ruchu eksploatacyjnego na głowice pali. Materac jest wykonywany z geotkanin, geokraty oraz kruszywa.

1.4.3. Platforma robocza

Warstwa zagęszczonego gruntu – piasku, uformowana w celu umożliwienia ruchu ciężkiego sprzętu stanowiąca jednocześnie dolną część formowanego nasypu drogowego po wykonaniu pali przemieszczeniowych.

1.4.4. Projekt technologiczny

Opracowanie, które będzie zawierało szczegółowy opis metody formowania kolumn (pali) z uwagi na posiadany przez wykonawcę sprzęt..

Projekt technologiczny podlega zatwierdzeniu przez Projektanta i Inżyniera.

1.4.5. Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami oraz z definicjami podanymi w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt. 1.4.

1.5. Wymagania dokumentacyjne

Niniejsza specyfikacja wykonana została w oparciu o projekt wzmocnienia podłoża gruntowego. W projektach technologicznych, wykonywanych na podstawie projektu wykonawczego, rozwiązania zostaną uszczegółowione na podstawie wyników badań oraz wyników z poletek próbnych.

Roboty związane z wykonaniem wzmocnienia gruntowego powinny być realizowane zgodnie z Projektem Technologicznym, przygotowanym przez Wykonawcę wzmocnienia. Projekt technologiczny należy przygotować na podstawie następujących materiałów:

- Dokumentacji Projektowej
- Dokumentacji geotechnicznej
- Wyników poletek próbnych

Projekt technologiczny powinien zawierać:

- Rzędną poziomą platformy roboczej
- Plan rozmieszczenia pali przemieszczeniowych (PP)
- Przedmiar
- Obliczeniową głębokość wzmocnienia (dla każdej z sekcji) uwzględniającą konieczne zagłębienie wynikające z potrzeby zakotwienia, zastosowanej technologii i parametrów gruntu nośnego
- rozwiązania zapewniające koordynację z budową i przebudową urządzeń branżowych oraz przepustów i przejść dla zwierząt
- Opis technologii wykonywania pali przemieszczeniowych (PP)
- Warunki kontroli
- Szczegółowe rozwiązania dla stref przejściowych

Projekt technologiczny podlega akceptacji Projektanta oraz Inżyniera

2. Materiały

2.1. Wymagania ogólne

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano

w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”1, pkt. 2.

2.2. Grunt do wykonania platformy roboczej

Do wykonania platformy roboczej należy użyć gruntu naturalnego tj. – żwiru (Ż) lub pospółki (Po) lub piasku (Pr, Ps lub Pd) zgodnych z PN-B-02480:1886. Wymagana wodoprzepuszczalność $k > 5,2$ m/d. Zawartość części pylastych $< 0,075$ poniżej 8%, wskaźnik różnoziarnistości $U > 3$.

Z uwagi na fakt, iż platforma robocza stanowić będzie integralną część nasypu drogowego, musi być zgodna wymaganiami stosownej specyfikacji.

Przed przystąpieniem do robót wzmocnienia podłoża platforma robocza podlega odbiorowi. Do odbioru platformy roboczej należy przedłożyć komplet wyników:

- moduł E2
- geometrię platformy roboczej (powierzchnię i rzędną)

Badania przeprowadzić w ilości: 3 badania na każde 1000 m² platformy roboczej

2.3. Grunt do wykonania warstw wyrównawczych

Do wykonania warstw wyrównawczych na platformie roboczej należy użyć materiału jak dla platformy roboczej.

2.4. Grunt do wykonania nasypów na wzmocnionym podłożu.

Do wykonania nasypów na wzmocnionym podłożu należy użyć materiał zgodny z wymaganiami stosownej specyfikacji w szczególności D-02.03.01.

2.5. Materiał do wykonania pali przemieszczeniowych (PP)

Z uwagi na potencjalne zagrożenia z związane z agresywnością wody gruntowej zastosować beton o odporności na klasę ekspozycji XA1. Minimalna klasa: C25/30.

2.6. Zbrojenie pali przemieszczeniowych

Pale należy zbroić kształtownikami ze stali klasy S355. Parametry geometryczne kształtowników stalowych zgodne z Projektem Wykonawczym.

2.7. Materac geosyntetyczny (na obszarze PP).

Nad głowicami pali przemieszczeniowych zostanie wykonany materac geosyntetyczny. Materac geosyntetyczny zostanie wykonany z geotkanin o odpowiedniej wytrzymałości na rozciąganie oraz kruszywa – zgodnie z Projektem.

Wytrzymałość na rozciąganie geotkaniny: 200/50 – wytrzymałość długoterminowa.

Kruszywo do zasypu: żwiry, pospółki o następującej frakcji:

- frakcja od 0-0,2 mm $< 5\%$
- 0,2 – 2 mm $< 20\%$

- 2-16 mm <35%
- 16-32 mm – pozostała część

Materac geosyntetyczny może zostać zmodyfikowany na etapie Projektu technologicznego, po wykonaniu odpowiednich obliczeń. Konstrukcja materaca podlega akceptacji Projektanta oraz Inżyniera.

3. Sprzęt

3.3. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

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

3.4. Sprzęt do wykonania pali przemieszczeniowych (PP)

Użyty sprzęt powinien zapewnić wykonanie pali przemieszczeniowych (PP) o następujących parametrach:

- średnica kolumn - od 360 do 420 mm.
- długość pali przewidzianych w Dokumentacji Projektowej do szacowanej głębokości 10 m.p.p.t
- automatyczną rejestrację wykonania pala, która obejmuje podstawowe parametry produkcyjne takie jak:
 - numer pala,
 - datę i godzinę rozpoczęcia oraz zakończenia wiercenia,
 - głębokość wiercenia,
 - parametr stwierdzający osiągnięcie warstwy nośnej przez maszynę (moment obrotowy lub ciśnienie hydrauliczne – zależnie od zastosowanej maszyny), parametry betonowania: objętość wbudowanego iniektu.

Rejestrowane parametry muszą pozwalać na bieżące śledzenie dokładności wykonywanych robót i formowanego trzonu kolumny. Dla minimum 90% kolumn w obrębie każdej sekcji należy dostarczyć metryki elektroniczne z maszyn. Dla pozostałych 10% kolumn w obrębie każdej sekcji dopuszcza się wykonanie metryk ręcznie, w postaci raportu dziennego prac.

4. Transport

4.3. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST D-00.00.00 „wymagania ogólne” pkt.

4.4. Transport mieszanki betonowej do pali przemieszczeniowych (PP)

Mieszanka betonowa na plac budowy powinna być transportowana za pomocą betonowozów o maksymalnej pojemności 9 m³. Rozładowanie mieszanki betonowej następowało będzie za pomocą pomp umożliwiających pompowanie mieszanki betonowej. Mieszanka betonowa nie może ulegać rozsegregowaniu w trakcie transportu.

4.5. Transport materiałów.

Materiały na terenie placu budowy należy przewozić po wykonanych drogach serwisowych. Na terenie budowy powinny zostać wyznaczone tymczasowe miejsca składowania materiałów.

4.6. Transport geotkanin.

Geotkaniny mogą być transportowane dowolnymi środkami transportu, pod warunkiem:

- zabezpieczenia przed zawilgoceniem i nadmiernym ogrzaniem,
- niedopuszczenia do kontaktu chemikaliami, tłuszczami oraz przedmiotami mogącymi przebić lub rozciąć geotkaniny.

Geotkaniny nie wbudowane należy zabezpieczyć przed promieniowaniem UV. Geotkaniny nie zabezpieczone można maksymalnie składować do 2 tygodni. Po upływie tego czasu należy geotkaniny wbudować lub wymienić na nowe.

5. Wykonywanie robót

5.2. Poletka próbne

Na początku robót Wykonawca powinien wykonać poletka próbne w celu wykazania, że przyjęte założenia technologiczne są poprawne i gwarantują uzyskanie wymagań specyfikacji funkcjonalnej.

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć takich samych materiałów, procedur robót i technologii jakie będą stosowane do wykonywania właściwych robót.

Należy wykonać co najmniej 1 poletko próbne dla każdej technologii wzmocnienia - zgodnie z projektem wykonawczym.

Miejsca poletek próbnych muszą zostać uzgodnione z Inżynierem.

5.3. Projekt technologiczny

W oparciu o wyniki badań podłoża i poletek próbnych wykonawca przygotowuje projekty technologiczne, zawierający wszelkie niezbędne parametry realizacyjne.

5.4 Wykonanie pali przemieszczeniowych (PP)

5.4.1. Opis technologii PP

Wzmocnienie podłoża palami przemieszczeniowymi (PP) polega przejęciu przez pale części obciążenia pochodzącego od nasypu i ruchu samochodowego, i przeniesieniu ociążenia na niższe, nośne warstwy. Pale przemieszczeniowe składają się w pełni z medium nośnego, co całkowicie uniezależnia obszar ich stosowania od otaczającego je gruntu. Stosowany świder przemieszcza wzmacniany grunt poziomo, co doprowadza do jego zagęszczenia wzdłuż pobocznicy pali i zapewnia ich lepszą współpracę z gruntem.

W palach przemieszczeniowych jako medium nośne jest stosowana odpowiednio zaprojektowana mieszanka betonowa. Najczęściej stosowaną średnicą pali jest średnica 0,4 m; w uzasadnionych przypadkach stosuje się kolumny średnicy 0,25 i 0,5 m.

Długość pali odpowiada długości żerdzi, na której jest zamocowany świder przemieszczeniowy.

Pale przemieszczeniowe wykonuje się do spągu warstwy nienośnej, wraz z technologicznym zakotwieniem w warstwie nośnej nie mniejszym niż 1,0 m. Szczegółowa długość zakotwienia zależy od gruntu nośnego w danej lokalizacji i jest weryfikowana na bieżąco.

Jakość wykonania wzmocnienia ocenia się na podstawie metryki pala, w której podaje się między innymi jej profil, pobór energii podczas wiercenia, moment obrotowy świdra, ilość zastosowanej mieszanki betonowej i ciśnienie podczas jej podawania. Inną metodą oceny jakości pali może być badanie ich ciągłości (PIT). Niezbędna jest również ocena jakości wzmocnienia za pomocą próbnych obciążeń

Obciążenie przekazywane na podłoże jest przenoszone nie tylko przez kolumny, ale także przez otaczający je grunt. Słabe podłoże przenosi zazwyczaj od 5 do 40% obciążeń całkowitych. .

Metoda wykonywania pali pozwala na bieżącą rejestrację parametrów wykonania kolumn, a w szczególności :

- Długość pali– w zależności od geologii, typowo do warstwy nośnej;
- ilość zużytego betonu
- moment obrotowy lub ciśnienie hydrauliczne (parametry określające osiągnięcie warstwy nośnej – w zależności od rodzaju maszyny),

Pale są wykonywane z poziomu platformy roboczej, którą stanowi warstwa gruntu niespoistego (materiał zgodny z pkt. 2.2 niniejszej ST), o miąższości od 0,3 do 1,0 m. Platforma ta zazwyczaj jest częścią nasypu drogowego, lub warstwy przejściowej, w sytuacji gdy konieczne staje się dodatkowe zbrojenie podstawy nasypu.

Powyżej platformy roboczej zostanie zastosowane zbrojenie w postaci materaca geosyntetycznego z dwóch warstw geotkaniny, zgodnie z projektem technologicznym, przedzielonych warstwą materiału nasypowego (piasku). Geotkaniny będą łączone na zakład (zakład około 0,4 m).

- próbné obciążenia
- badania ciągłości
- ocena metryk
- badanie materiału

Szczegółowe warunki kontroli podano w punkcie 6.0 Kontrola jakości robót.

Warstwa gruntu nad i pomiędzy warstwami geotkaniny jest zagęszczana konwencjonalnym sprzętem. Warunki szczegółowe opisano w punkcie 5.4.3

5.4.2. Technologia i kolejność robót związanych z wykonaniem wzmocnienia podłoża w technologii pali przemieszczeniowych PP.

- Przygotowanie terenu (usunięcie przeszkód, wykarczowanie krzewów, itp.)
- Usunięcie humusu na odpowiednią głębokość zgodnie z lokalnymi warunkami.
- Wykonanie warstwy platformy roboczej o niezbędnej grubości. Platformę roboczą, dla technologii PP, należy wykonać bezpośrednio po zdjęciu gleby urodzajnej. Platforma robocza powinna być odwodniona w każdych warunkach pogodowych i znajdować się min. 100 cm nad poziomem wody gruntowej. Grubość platformy roboczej zostanie zdeterminowana przez aktualne warunki gruntowo-wodne. Rzędna platformy roboczej, określana w projekcie technologicznym może ulec zmianie gdyż grubość platformy roboczej zostanie określona bezpośrednio przed przystąpieniem do robót przez kierownika robót i Inspektora Nadzoru. W przypadku, gdy wymagana rzędna platformy roboczej będzie wyższa niż ta przewidziana w projekcie technologicznym, różnica będzie traktowana jako warstwa nasypu. Materiał platformy roboczej musi zostać zagęszczony powierzchniowo w celu uzyskania modułu odkształcenia $E_{v2} > 30$ MPa, w każdych warunkach pogodowych. Platforma robocza w każdych warunkach pogodowych musi umożliwić pracę ciężkiego sprzętu (o masie 80 ton).
- Zapewnienie odwodnienia powierzchniowego platformy roboczej, poprzez odprowadzenie wód do systemu melioracyjnego. Drożność rowów melioracyjnych musi zostać utrzymana w celu odprowadzenia wód powierzchniowych z platformy roboczej.
- Wykonanie pali PP. Pale PP wykonywane będą kolejno na poszczególnych strefach zgodnie z harmonogramem robót. Pale należy wykonać z uwzględnieniem zakotwienia w warstwie nośnej. Szczegółowa długość zakotwienia zależy od gruntu nośnego w danej lokalizacji i jest weryfikowana na bieżąco.
- Po wykonaniu pali zostanie wykonana warstwa transmisyjna jako warstwa wyrównawcza i transmitująca obciążenie na pala oraz celem zabezpieczenia głowic pali przed zniszczeniem. Warstwa transmisyjna wymaga konwencjonalnego zagęszczenia ciężkim walcem gładkim bez wibracyjnie.

Z uwagi na charakter pomocniczy dla warstwy nie precyzuje się szczegółowych parametrów odbiorowych.

- Nie dopuszcza się prowadzenia prac następujących w sposób mogący zagrażać związanym kolumnom (niszczenie głowic, przerwanie ciągłości w wyniku pęknięcia).
- Ponowne prowadzenie robót na obszarze pali PP może nastąpić po minimalnym czasie 2 dni od wykonania pali, pod warunkiem iż sprzęt ciężki poruszać się będzie po poziomie roboczym znajdujący się min 0,5 m nad głowicami pali.
- Ułożenie materaca według projektu technologicznego. Geotkaniny należy układać z zachowaniem projektowanej odległości od głowicy pali.
- Wykonanie nasypu do odpowiedniej rzędnej zgodnie z wymaganiami specyfikacji drogowej.
- Przebudowa urządzeń obcych, w tym budowa przepustów, należy wykonać po konsolidacji według odpowiednich projektów branżowych.

6.0 Kontrola jakości robót

6.1 Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt.

6.1 Weryfikacja pali PP

6.1.1 Próbne obciążenie pali,

Badania wykonywane np. metodą belki odwróconej. Wartość siły statycznej, obciążającą pala, ustala się na 100% projektowanego obciążenia na pal.

Ilość obciążeń próbnych:

- ustala się 2 obciążenia

Kryterium pozytywnego obciążenia wykonanego pala jest uzyskanie osiadań nie większych niż 4.0 cm pod wpływem 100% projektowanego obciążenia i uzyskania zakładanej nośności.

Z uwagi na konieczność specjalistycznego zbrojenia na wyciąganie kolumn stanowiących podparcie dla belki odwróconej, kolumna do badania powinna zostać wyznaczona przez inżyniera najpóźniej w dniu poprzedzającym jej wykonanie. Przed wykonaniem obciążenia próbnego wykonawca przedstawi Projekt próbnego obciążenia do akceptacji Inżynierowi.

6.1.2. Badanie ciągłości pali.

Badanie opiera się na interpretacji fal wywołanych w palu poprzez trzykrotne uderzenie młotkiem z odpowiednią siłą. Badanie ma na celu zwymiarowanie długości pala, ewentualnych nieprawidłowości kształtu trzonu i głębokości ich występowania. Ilość badań: 10 badań dla losowo wybranych kolumn. Lokalizację badań wskazuje Inżynier bądź Projektant.

6.1.3. Oceny metryk pali PP

Ocenę metryk wykonanych pali prowadzi inżynier wykonawcy, nadzorujący wykonywane prace. Metryki powinny zawierać dane określone w punkcie 3.4. Do metryk należy dołączyć plan wzmocnienia zaznaczonymi palami.

Określenie przybliżonych wartości parametru stwierdzającego osiągnięcie warstwy nośnej zostanie ustalone po korelacji tych parametrów z danymi oporów wciskania stożka qc sondy CPT lub sondy dynamicznej. W tym celu należy wykonać pale w miejscu wykonanych sondowań.

W razie występowania jakichkolwiek anomalii (np. brak osiągnięcia odpowiednich parametrów technicznych) inżynier wykonawcy ma obowiązek natychmiast przedstawić problem Inspektorowi Nadzoru. Wykonawca przedstawi propozycję procedury naprawczej popartą stosownymi obliczeniami.

6.1.4. Ocena materiału pali PP.

Do badań należy pobierać sześciennie próbki mieszanki betonowej w celu przeprowadzania badań ściskania. Należy pobrać co najmniej 3 szt. próbek z każdego dnia formowania kolumn, ale nie mniej niż 3 szt. co 150m³. Badanie wytrzymałości betonu po min. 28 dniach.

Próbki mają być przechowywane zgodnie z normą PN-EN 12390-2.

6.2 Weryfikacja materaca geosyntetycznego.

Przed położeniem materaca geosyntetycznego należy podłoże wyrównać z dokładnością 2,5% (dopuszczalna różnica 25cm na 10m). Weryfikacja geotkaniny polega na sprawdzeniu odpowiednich certyfikatów na materiał użyty do produkcji oraz wizualnego sprawdzenia poprawności ułożenia geotkanin w miejscach docelowych.

7.0 Obmiar robót

7.1 Ogólne zasady obmiaru robót podano w D.00.00.00.

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt. 7.

Obmiar robót należy wykonać w mb dla pali oraz w m². Dla materaca geosyntetycznego

7.2 Zasady obmiaru robót

7.2.1 Pole powierzchni wzmocnienia podłoża gruntowego palami PP obmierza się jako iloczyn pola powierzchni wzmacnianej przez jeden pal. Pole powierzchni wzmacnianej zgodnie z projektem technologicznym wzmocnienia podłoża gruntowego.

7.2.2 Pole powierzchni wzmocnienia gruntowego materacem geosyntetycznym obmierza się jako rzut materaca geosyntetycznego w planie. Pole powierzchni materaca zgodnie z projektem technologicznym.

8.0 Odbiór robót

8.1 Odbiór robót wzmocnienia podłoża wzmacnianego metodą pali PP

Po wykonaniu pali, sprawdzeniu ich nośności, należy zbadać platformę roboczą w następujący sposób:

Do określenia modułu E_2 proponuje się wykorzystać badanie statyczną płytą VSS (o średnicy 300mm). Jako alternatywę dopuszcza się również wykonywanie badań płytą dynamiczną i określenie modułu dynamicznego E_{vd} skorelowanego z

modułem odkształcenia E₂. Badania płytą dynamiczną mogą być dopuszczone jedynie za zgodą Inżyniera po wcześniejszym wykonaniu korelacji badania płytą dynamiczną i statyczną (w obecności Inżyniera). Stworzone korelacje przeliczeniowe powinny być weryfikowane w trakcie prowadzenia prac uwzględniając zmienne warunki geotechniczne.

Ustala się 3 badania na 1000 m².

Zagęszczenia warstw nasypu zalegającego bezpośrednio nad platformą roboczą, należy prowadzić zgodnie z wymaganiami specyfikacji technicznej robót ziemnych oraz stosownymi Normami.

Platformę roboczą uznaje się za wykonaną poprawnie, gdy moduł E₂ mierzony jedną z metod wymienionych powyżej będzie wynosił 45MPa.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową, ST i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania dały wyniki pozytywne.

9.0 Podstawa płatności

Cena 1 m² robót podstawowych wykonania wzmocnienia podłoża obejmuje :

- opracowanie projektu technologicznego wzmocnienia podłoża wraz z niezbędnymi uzgodnieniami, pozwoleniami i opiniami,
- opracowanie przedmiaru robót, a w nim określenie dla każdej sekcji obliczeniowej powierzchni i średniej obliczeniowej głębokości wzmocnienia,
- wykonanie poletek próbnych z odpowiednimi badaniami i pomiarami, które potwierdzą założenia projektowe i skuteczność przyjętej technologii,
- oznakowanie robót,
- dostarczenie materiałów i sprzętu,
- prace pomiarowe i wszystkie roboty przygotowawcze,
- wszystkie roboty tymczasowe, które są potrzebne do wykonania robót podstawowych, ale nie są przekazywane Zamawiającemu i są usuwane po wykonaniu robót podstawowych,
- roboty zasadnicze związane z daną technologią wzmocnienia podłoża,
- monitoring deformacji nasypu i innych pomiarów w okresie wykonywania wzmocnienia podłoża do czasu wystawienia świadectwa wykonania,
- kontrolę jakości wykonanych robót,
- roboty wykończeniowe,
- odwiezienie sprzętu,
- pomiary powykonawcze wraz z opracowaniem dokumentacji powykonawczej.

9.2 Sposób rozliczenia końcowego.

Sposób rozliczenia wykonawcy wzmocnienia podłoża przedstawi w oddzielnym dokumencie podlegającym zatwierdzeniu przez Zamawiającego.

10.0 Przepisy związane

10.1 Normy

- PN-B-024 80 Grunty budowlane. Określenia symbole, podział i opis gruntów
- PN-B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-S-02205. Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- PN-83/B-02482 Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych
- NF P 94-150-1 - Norme Francaise "Essai statique de pieu isole sous un effort axial"
- 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-EN 12620:2004 Kruszywa do betonu
- 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-EN 1008:2004 Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badania i oceny przydatności wody zarobowej do betonu
- PN-EN 206-1:2003 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność; poprawki PN-EN 206-1:2003/Ap1:2003
- PN-B-06265:2004 Krajowe uzupełnienie PN-EN 206-1:2003 Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- PN-EN 12350-1:2001 Badanie mieszanki betonowej. Część 1: Pobieranie próbek
- PN-EN 12350-2:2001 Badanie mieszanki betonowej. Część 2: Badanie konsystencji metodą opadu stożka
- PN-EN 1536:2001 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale wiercone