

Inwestor:  Powiat Międzyrzecki – Zarząd Dróg Powiatowych w Międzyrzeczu Skoki 21 66 – 300 Międzyrzecz		Wykonawca:  Biuro Opracowywania Programów i Projektów Inżynierii Komunikacyjnej LISPUS Marcin Dobek ul. Matejki 7, 22-100 Chełm		
Temat zadania				
Rozbudowa drogi powiatowej nr 1339F wraz z budową skrzyżowania na drodze krajowej nr 92 na zadaniu: "Przebudowa DP Nr 1339F na odcinku od węzła A2 do planowanej obwodnicy i budowa obwodnicy miasta Trzciel; budowa skrzyżowania obwodnicy z DK Nr 92."				
Opracowanie				
Specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych PROJEKT WZMOCNIENIA PODŁOŻA				
Branża WIELOBRANŻOWE		Stadium projektu PROJEKT WYKONAWCZY		
Umowa nr SDiM.252.48.2015.MM z dnia 04.02.2016r.	Gmina TRZCIEL	Miejscowość TRZCIEL	Tom B.7.6	Egz. nr 1

Autor	Imię i nazwisko	Uprawnienia i specjalność	Branża	Podpis
Projektant	mgr inż. Marcin Dobek	LUB/0217/PWOD/05 do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności drogowej	drogi	
Projektant	mgr inż. Tomasz Pradela	MAZ/0462/POOK/11 do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej	konstr.-bud.	

CHEŁM, LISTOPAD 2017

Szczegółowe Specyfikacje Techniczne

Rozbudowa drogi powiatowej nr 1339F wraz z budową skrzyżowania na drodze krajowej nr 92 na zadaniu: "Przebudowa DP Nr 1339F na odcinku od węzła A2 do planowanej obwodnicy i budowa obwodnicy miasta Trzciel; budowa skrzyżowania obwodnicy z DK Nr 92."

SPIS ZAWARTOŚCI:

M.21.15.09.01	WZMOCNIENIE PODŁOŻA POPRZEZ KOLUMNY CMC	3
M.21.15.09.21	WYKONANIE WZMOCNIENIA PODŁOŻA POPRZEZ KOLUMNY CMC	3

M.21.15.09.01 WZMOCNIENIE PODŁOŻA POPRZECZ KOLUMNY CMC
M.21.15.09.21 Wykonanie wzmocnienia podłoża poprzez kolumny CMC**1. WSTĘP****1.1. Przedmiot szczegółowej ST**

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej (SST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych związanych z wykonaniem kolumn betonowych dla zadania: „Rozbudowa drogi powiatowej nr 1339F wraz z budową skrzyżowania na drodze krajowej nr 92 na zadaniu: "Przebudowa DP Nr 1339F na odcinku od węzła A2 do planowanej obwodnicy i budowa obwodnicy miasta Trzciel; budowa skrzyżowania obwodnicy z DK Nr 92"."

1.2. Zakres stosowania SST

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

Przedmiotowa SST obowiązuje przy realizacji :

Posadowienia nasypu drogowego drogi głównej wraz z drogą serwisową w kilometrażu 0+000km do 0+200km

1.3. Zakres robót objętych SST

Ustalenia zawarte w niniejszej ST mają zastosowanie przy wykonaniu i odbiorze kolumn CMC oraz obejmują:

- prace pomiarowe i oznakowanie robót,
- opracowanie Projektu Technologicznego wykonania kolumn,
- zakup i dostarczenie materiałów,
- ustalenie parametrów produkcyjnych i wykonanie kolumn CMC (materiał, średnice kolumn itd..) w Projekcie Technologicznym ,
- wykonanie wymaganych w ST badań kontrolnych,
- inne niezbędne czynności, bezpośrednio związane z wykonaniem kolumn CMC.

1.4. Określenia podstawowe

Kolumna CMC – Pionowe kolumny przemieszczeniowe z betonu o stałym module sprężystości formowane świdrem przemieszczeniowym, wzmacniające słabe podłoże gruntowe. Kolumny betonowe wykonywane w celu ujednolicenia podparcia nasypu zwieńczone warstwą transmisyjną z materiału niespoistego i geotekstyliów. Rozstaw kolumn zgodny z dokumentacją projektową.

Materac z gruntu zbrojonego – konstrukcja geotechniczna z kruszywa owiniętego tkaniną geotechniczną projektowaną na kolumnach jako fundament pod grunt zbrojony.

Platforma robocza - warstwa zagęszczonego gruntu rodzimego stabilizowanego spoiwami hydraulicznymi, uformowana w celu umożliwienia ruchu ciężkiego sprzętu. Minimalny parametr odkształcenia mierzony płytą VSS w każdych warunkach pogodowych powinien wynosić $E2 \geq 40 \text{ MPa}$.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w DM-00.00.00.00 „Wymagania Ogólne” , pkt 1.5.

2. MATERIAŁY**2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w DM-00.00.00.00 „Wymagania Ogólne” pkt 2. Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakości wbudowania odpowiada Wykonawca. Przed przystąpieniem do wbudowania materiałów Wykonawca zobowiązany jest do przedstawienia dla każdej dostawy deklaracji zgodności lub certyfikatu zgodności materiału z Polską Normą lub w przypadku jej braku z aprobatą techniczną.

2.2. Mieszanka betonowa

Do wykonania części betonowej kolumn CMC należy stosować beton o wytrzymałości **C20/25**. Właściwy skład mieszanki powinna określać „Receptura mieszanki betonowej”, zaakceptowana przez Inżyniera i Projektanta przed przystąpieniem do robót wzmocnienia podłoża. Mieszanka betonowa do kolumn powinna spełniać następujące wymagania:

- być odporna na segregację,
- wykazywać wysoką plastyczność i zdolność do samozagęszczania,
- być dostatecznie urabialna przez czas trwania betonowania i pogrążania zbrojenia.

Zgodnie z PN-EN 1536 do wykonania mieszanki betonowej należy stosować cementy hutnicze CEM III lub cementy portlandzkie CEM I i CEM II. Kruszywa powinny odpowiadać wymaganiom PN-EN 12620 i ENV 206. Do pali przemieszczeniowych należy stosować kruszywa naturalne o wielkości ziaren do 16mm. Woda zarobowa powinna spełniać wymagania PN 1008 i ENV 206, 4.3. Dodatki i domieszki zgodnie z ENV 206, 4.4 i 4.5.

2.3. Zbrojenie kolumn

Kolumny wyszczególnione w Projekcie Wykonawczym należy zbroić koszem zbrojeniowym zgodnym z PW ze stali klasy RB500W. Długości oraz typy koszy muszą odpowiadać wskazaniom w PW.

2.4. Materac z gruntu zbrojonego

Materac należy wykonać z następujących materiałów:

- 1) Geotkanina poliestrowa o wytrzymałości krótkoterminowej z uwzględnieniem pełzania nie mniejszej niż 600 kN/m zgodnie z PN ISO 10319:1996

Parametry geotkaniny poliestrowej zgodnie z PN PN-EN 13251

- wytrzymałość wzdłuż pasama: 600 kNm
- wytrzymałość wzdłuż pasama :600 kNm
- wydłużenie względne przy max obciążeniu wzdłuż pasma: 6%
- wydłużenie względne przy max obciążeniu wzdłuż pasma: 3%
- średnica otworu przy przebiciu dynamicznym: 3mm
- siła przebicia statycznego [metoda CBR] 10 kN
- wodoprzepuszczalność 5 mm/s

2) Kruszywo niespoiste, przepuszczalne i dobrze zagęszczalne. Zalecane rodzaje kruszyw to piaski drobne, piaski średnie, piaski grube, pospółki. Szczegółowe wymagania:

- wskaźnik różnoziarnistości: $U > 3$
- wodoprzepuszczalność: $k > 3$ m/dobę
- zawartość ziarn $\leq 0,075$ mm: maks 15%

Należy stosować kruszywo, które pozwoli na uzyskanie w konstrukcji wskaźnika zagęszczenia $Is \geq 0,98$.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w DM-00.00.00.00 „Wymagania Ogólne”, pkt 3.

Specjalistyczny sprzęt do wiercenia kolumn przemieszczeniowych powinien zapewnić wykonanie robót odpowiednio do warunków gruntowych i wymagań określonych w specyfikacji oraz w projekcie. Wykonawca robót powinien dysponować odpowiednim parkiem maszynowym (części, zapasowe maszyny) dla zapewnienia ciągłości robót w przypadku awarii sprzętu.

3.2. Maszyna wiertnicza

Zastosowany sprzęt powinien zapewnić wykonanie kolumn betonowych CMC o następujących parametrach:

- nominalna średnica kolumn 360mm +40/-0 mm
- długość kolumn według dokumentacji PW
- możliwość ciągłego podawania mieszanki betonowej podczas podciągania narzędzia wierzącego.
- automatyczna rejestracja wykonania kolumny, która obejmuje podstawowe parametry produkcyjne

Sprzęt do wykonania kolumn CMC musi zostać zaakceptowany przez Projektanta Wzmocnienia Podłoża.

Zbrojenie kolumn CMC należy instalować ręcznie lub przy użyciu wciągarek pomocniczych urządzenia głównego lub przy użyciu dźwigów samojezdnych.

3.3. Pompa do betonu

Pompa musi zapewnić ciągłe i kontrolowane podawanie betonu.

3.4. Układy sterujący wiertnicy

Wiertnica powinna być wyposażona w automatyczny układ monitorujący umożliwiający rejestrowanie:

- 1) numer kolumny,
- 2) daty oraz godziny rozpoczęcia i zakończenia kolumny,
- 3) czasu wykonania kolumny,
- 4) głębokości pograżenia świda,
- 5) parametry betonowania: w tym ciśnienie mieszanki betonowej – objętość wbudowanego betonu.
- 6) moment obrotowy

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w DM- 00.00.00.00 „Wymagania Ogólne”, pkt 4.

4.2. Transport materiałów i sprzętu

Transport, rozładunek i montaż maszyn powinien odbywać się z zachowaniem wszystkich wymogów odnośnie przewozu maszyn budowlanych i zasad BHP. Załadunek, transport, rozładunek, składowanie, podawanie materiałów do wykonania kolumn CMC powinno odbywać się z zachowaniem odpowiednich przepisów BHP oraz zasad bezpieczeństwa ruchu drogowego.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonywania robót

Ogólne zasady wykonywania robót podano w DM- 00.00.00.00 „Wymagania Ogólne”, pkt 5.

5.2. Projekt technologiczny

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca przedstawi projekt technologiczny zawierający:

- wyniki dodatkowego rozpoznania geologicznego w tym sondowań CPTU
- plan rozmieszczenia kolumn, długość, średnice, rzędne głowicy, głębokość trzonu betonowego (zgodnie z Dokumentacją Projektową) dostosowanego do wyników uzyskanych z dodatkowej dokumentacji geologicznej
- parametry wykonania kolumn

Projekt technologiczny podlega akceptacji Projektanta Wzmocnienia Podłoża

5.3. Przygotowanie terenu robót

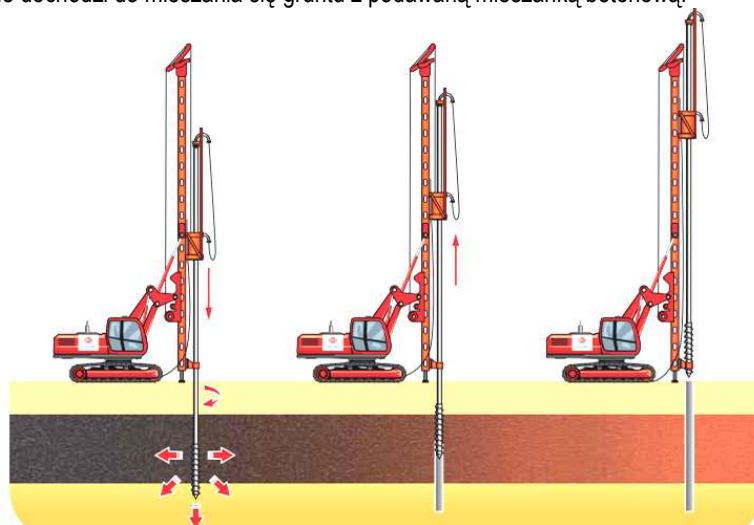
Przygotowanie terenu polega na sprawdzeniu i wytyczeniu miejsca prowadzenia robót oraz na wykonaniu niezbędnych robót makronielacyjnych, usunięciu drzew, krzewów i przygotowaniu stabilnej powierzchni dla wykonania kolumn CMC. Stan powierzchni roboczej musi pozwalać na bezpieczną pracę maszyny i transport spoiwa do miejsca robót w każdych warunkach pogodowych. w tym celu należy wykonać platformę roboczą o miąższości 50-100 cm z piasku średniego, grubego lub pospółki

zagęszczonej do $I_s=0,98$ -W przypadków, kiedy na powierzchni terenu występują grunty organiczne należy ułożyć geowłókninę separacyjną. Poziom powierzchni/platformy roboczej musi się znajdować co najmniej 1,0 m powyżej poziomu wody gruntowej. w przypadku uzasadnionych przesłanek napotkania niezainwentaryzowanych instalacji podziemnych lub niewypalów należy przeprowadzić odpowiednie badania geofizyczne podłoża i wykonać odkrytki instalacji. Miejsca wykonania kolumn CMC należy wyznaczyć geodezyjnie lub na podstawie domiaru taśmą pomiarową do bazowych punktów osnowy, wyznaczonych geodezyjnie, i odpowiednio oznaczyć w terenie za pomocą szpilki lub kołka drewnianego. Dokładność wytyczenia środka kolumny nie powinna przekraczać tolerancji ± 10 cm.

5.4. Wykonanie kolumn CMC

Zasada wzmocnienia podłoża kolumnami CMC polega na stworzeniu kompozytu gruntu i kolumn betonowych. Do wykonywania kolumn CMC stosowany jest odpowiednio zaprojektowany świder przemieszczeniowy, który rozpychając istniejący grunt tworzy przestrzeń, w której zostaje wykonana kolumna betonowa. Precyzyjne wykonanie otworu zapewnia maksymalną wartość tarcia na pobocznicach kolumn CMC. Kiedy wykonujący otwór świder osiągnie wymaganą głębokość, rozpoczyna się pompowanie mieszanki betonowej pod dużym ciśnieniem przez otwór umieszczony w rdzeniu świdra. Zakończenie procesu formowania kolumny następuje w chwili zaobserwowania na urządzeniu rejestrującym wyraźnego wzrostu oporu wiercenia co sygnalizuje osiągnięcie przez świder warstwy gruntu o większej nośności.

Kolumna wykonywana jest równolegle z podciąganiem wiertła do góry, niemal natychmiast po przemieszczeniu gruntu poza obręb otworu. (schemat instalacji kolumn CMC przedstawia rysunek). Dzięki takiej technologii kolumna wykonywana jest precyzyjnie zgodnie z założeniami projektowymi. Wyeliminowane zostaje niebezpieczeństwo uszkodzenia ścian otworu podczas procesu wykonywania kolumny. Nie dochodzi do mieszania się gruntu z podawaną mieszanką betonową.



Schemat wykonywania kolumn betonowych typu CMC

5.5. Przygotowanie wzmocnionego podłoża do dalszych robót

Przed wykonaniem fundamentów podpór oraz konstrukcji z gruntu zbrojonego platformę należy wyrównać i/lub ścian uformowane kolumny do wymaganego poziomu projektowego za pomocą koparki z łyżką o gładkiej krawędzi (nie należy stosować łyżki z zębatą krawędzią) lub rozkuć kolumny. Odlamane fragmenty kolumn należy usunąć a ewentualne ubytki w przekroju poprzecznym kolumn należy uzupełnić chudym betonem klasy C15/20. Grunt dookoła kolumn i pomiędzy nimi należy wyrównać i powierzchniowo zagęścić zagęszczarką płytową w celu przygotowania powierzchni dla wykonania dalszej konstrukcji. Wszelkie wykopy w pobliżu kolumn sięgające poniżej poziomu posadowienia fundamentów podpór, które mogłyby mieć niekorzystny wpływ na wykonane wzmocnienie podłoża, wymagają wnikliwej analizy i zgody Inżyniera.

5.6. Wykonanie materaca na kolumnach

Przygotowanie pasm geotkaniny o długości odpowiedniej dla danego przekroju. Ułożenie geotkaniny na przygotowanym podłożu, wstępne naciągnięcie geotkaniny. Ułożenie warstwy kruszywa. Kruszywo układać warstwami nie większymi niż 0.20-0.30m aż do uzyskania projektowanej grubości materaca, jednocześnie zagęszczając każdą warstwę do wskaźnika zagęszczenia nie mniejszego niż $I_s=0,98$. Po uzyskaniu projektowanego poziomu góry materaca należy wywinąć boki geotkaniny do góry łącząc z wierzchnią warstwą geotkaniny. Połączenie wykonać zgodnie z wytycznymi producenta zastosowanej geotkaniny.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w DM- 00.00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt 6.

6.2. Projekt technologiczny CMC

Projekt technologiczny wykonania kolumn CMC powinien być opracowany przez Wykonawcę i zaakceptowany przez Projektanta oraz niezależnego Inżyniera przed rozpoczęciem robót.

6.3. Kontrola przed rozpoczęciem formowania kolumn

Dokładność wytyczenia środka kolumny nie powinna przekraczać tolerancji 10 cm.

Bieżące badania betonu należy wykonywać zgodnie z wymaganiami niniejszej specyfikacji oraz odpowiednimi normami dla betonów.

6.4. Kontrola wykonania kolumn CMC

Kontrola wykonanych kolumn CMC obejmuje:

- Wykonanie każdej kolumny należy udokumentować w zestawieniu zbiorczym, które musi obejmować: datę wykonania, numer kolumny (zgodny z oznaczeniem na rysunku powykonawczym), zagłębienie kolumny poniżej poziomu roboczego (długość kolumny), ilość zużytego betonu.
 - Wykonanie co najmniej 80% wszystkich kolumn powinno być udokumentowane zapisem z automatycznego rejestratora, kontrolującego parametry produkcyjne.
 - Badanie wytrzymałości betonu kolumn na ściskanie w ilości 3 próbki na pierwsze 50m³ betonu, po 50m³ produkcji: 1 seria badań betonu na 3 próbki na pierwsze 150m³ betonu (badanie próbek betonu na ściskanie po 7 i 28 dniach od wbudowania). Atesty i deklaracje zgodności betonu
 - Badania nośności kolumn w ilości 4 szt. na obiekt wykonane metoda belki odwróconej wg zaleceń PW.
- Trzon kolumny powinien być ciągły i mieć średnicę określoną w PW zweryfikowaną na podstawie ilości betonu i długości obliczeniowej kolumny. Tolerancje średnicy kolumny powinny wynosić +40/-0 mm. Usytuowanie kolumn CMC w planie powinno spełniać wymagania określone w projekcie. Liczba kolumn pod konstrukcją powinna być zgodna z projektem. w przypadku występowania odchyłek większych niż ± 20 cm należy powiadomić projektanta w celu podjęcia odpowiednich decyzji. Przy objętościowym charakterze wzmocnienia gruntu nie wymaga się geodezyjnej inwentaryzacji powykonawczej kolumn.

6.5. Kontrola wykonania materaca

Należy przeprowadzić następujące badania na budowie:

- sprawdzenie wymaganego wskaźnika zagęszczenia podłoża – 1 badanie na każde 500 m² podłoża,
- sprawdzenie wymaganego wskaźnika zagęszczenia gruntu zasypowego układanego na geotkaninę – 1 badanie na każde 500 m³ wbudowanego gruntu zasypowego.

Dodatkowo kontrola jakości robót będzie polegała na wizualnej ocenie prawidłowości ich wykonania:

- sprawdzenie przydatności kruszywa do wykonania materaca,
- sprawdzenie braku uszkodzeń geotkaniny,
- sprawdzenie równości podłoża przed rozłożeniem geotkaniny,
- sprawdzenie naciągu geotkaniny przed ułożeniem kruszywa
- sprawdzenie połączenia geotkaniny na stykach

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w DM-00.00.00.00 „Wymagania Ogólne”, pkt 7.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową dla pozycji M.21.15.09.11 jest:

- ilość m² powierzchni wzmocnionej kolumnami w technologii CMC.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w DM-00.00.00.00 „Wymagania Ogólne”, pkt 8.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, ST i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg punktu 6 dały wyniki pozytywne.

8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

Kolumny CMC należy uznać za wykonane zgodnie z wymaganiami projektu, norm, niniejszej specyfikacji i kontraktu jeżeli wszystkie przewidziane badania kontrolne dały wynik pozytywny oraz jeżeli zostały dotrzymane warunki postanowień ogólnych.

Do odbioru końcowego robót Wykonawca musi przedstawić:

- Dokumentację Powykonawczą z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami dokonanymi w trakcie robót,
- Protokoły geodezyjnego wytyczenia lokalizacji kolumn lub punktów bazowych,
- Zbiorcze zestawienie wszystkich wykonanych kolumn, obejmujące: datę wykonania, numer kolumny, długość kolumny i ilość zużytego betonu,
- Zapisy automatycznego urządzenia rejestrującego, obejmujące co najmniej 80% wszystkich wykonanych kolumn (na nośniku magnetycznym),
- Pozytywne wyniki badań ściskania,
- Pozytywne wyniki badań nośności kolumn,
- Deklaracje zgodności lub atesty na beton, stal.
- Inne dokumenty zażądane przez Inżyniera.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w DM-00.00.00.00 „Wymagania Ogólne”, pkt 9.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania 1 m² wzmocnienia gruntu w technologii kolumn CMC dla pozycji M.21.15.09.11 obejmuje:

- sporządzenie Projektu Technologicznego,
- transport sprzętu i organizację placu budowy dla potrzeb wykonania kolumn CMC,
- zakup i dostarczenie materiałów oraz pozostałych niezbędnych składników produkcji,

- wykonanie platformy roboczej umożliwiającej wjazd ciężkiego sprzętu
- koszt zakupu, transportu i magazynowania geotkaniny, geosiatki i kruszywa na platformę roboczą
- wytyczenie w terenie kolumn
- wykonanie kolumn lub punktów bazowych,
- przeprowadzenie wymaganych w ST i Dokumentacji projektowej kontrolnych badań próbek betonu,
- sporządzenie Dokumentacji Powykonawczej,
- demontaż sprzętu i zwinięcie placu budowy dla potrzeb wykonania kolumn CMC,
- wykonanie badań nośności kolumn w ilości 4 szt.
- inne niezbędne czynności, bezpośrednio związane z wykonaniem kolumn.
- uporządkowanie miejsca robót.
- Podstawą końcowej płatności jest sporządzenie i przekazanie dokumentacji powykonawczej zawierającej plan rozmieszczenia kolumn CMC z podaniem ich długości, zgodnie z niniejszą Specyfikacją Techniczną i Dokumentacją Techniczną.

9.3. Sposób rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących

Cena wykonania robót określonych niniejszą ST obejmuje:

- roboty tymczasowe, które są potrzebne do wykonania robót podstawowych, ale nie są przekazywane Zamawiającemu i są usuwane po wykonaniu robót podstawowych,
- prace towarzyszące, które są niezbędne do wykonania robót podstawowych, niezaliczane do robót tymczasowych.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. ST

1. DM-00.00.00.00 Wymagania ogólne

10.2. Normy

- 1) PN-EN 12699:2003 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Pale przemieszczeniowe.
- 2) PN-B-02481:1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- 3) PN-B-06050:1998 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.
- 4) PN-EN 1997-2:2009 Eurokod 7 -- Projektowanie geotechniczne -- Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- 5) Wytyczne wzmocnienia podłoża gruntowego w budownictwie drogowym (2002): GDDP, Opracowanie IBDiM, Warszawa. 2002.