

SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA

- 1. WZMOCNIENIE KORPUSU JEZDNI W STREFACH ROZGĘSZCZEŃ NASYPU DROGOWEGO ZA POMOCĄ KOLUMN INIEKCYJNYCH**
- 2. ZABEZPIECZENIE NASYPU DROGOWEGO PO STRONIE WSCHODNIEJ POPRZECZ WYKONANIE PALISADY Z PALI CFA Φ 500 ZBROJONYCH PROFILEM STAŁOWYM HE200B .**

Podmiot Zlecający i Finansujący:

**GDDKiA oddział w Kielcach
ul.Paderewskiego 43/45
29-950 Kielce**

Spis treści

1 WSTĘP.....	4
1.1 Przedmiot ST.....	4
1.2 Zakres stosowania ST	4
1.3 Zakres robót objętych ST.....	4
1.4 Określenia podstawowe.....	5
1.5 Ogólne wymagania dotyczące robót.....	7
1.6 Kierownik robót wzmacniających.....	7
1.7 Zabezpieczenie terenu budowy.....	7
1.8 Ochrona środowiska w czasie wykonywania robót wzmacniających.....	7
1.9 Ochrona przeciwpożarowa	8
2 MATERIAŁY.....	8
2.1 Ogólne wymagania dotyczące materiałów.....	8
2.2 Materiały do wykonania wzmocnienia korpusu jezdni w strefach rozgęszczeń nasypu drogowego za pomocą kolumn iniekcyjnych.....	8
2.1.1 Zaczyn cementowy.....	8
2.1.2 Cementogrunt.....	9
2.1.3 Prognozowana objętość zaczynu cementowego zużyta do wykonania kolumn iniekcyjnych ...	9
2.2 Materiały potrzebne do wykonania palisady z pali CFA.....	10
2.2.1 Beton.....	10
2.2.2 Zbrojenie.....	10
3 SPRZĘT.....	11
3.1 Uwagi ogólne.....	11
3.2 Sprzęt do badań geofizycznych.....	11
3.3 Sprzęt do robót wzmacniających korpus jezdni - kolumny iniekcyjne.....	12
3.4 Węzeł mieszająco-tłoczący.....	13
3.5 Sprzęt do wykonania pali CFA.....	13
4 TRANSPORT.....	13
5 WYKONANIE ROBÓT.....	14
5.1 Ogólne zasady wykonania robót.....	14
5.2 Zakres robót dla wzmocnienia korpusu jezdni w strefach rozgęszczeń nasypu drogowego za pomocą kolumn iniekcyjnych.....	14
5.3 Zakres robót dla wykonania zabezpieczenia wschodniej strony nasypu drogowego	15
5.4 Kolejność poszczególnych etapów prac	16
5.4.1 Badania geofizyczne	16
5.4.1.1 Pomiary elektrooporowe – profilowanie (PE) i sondowanie (PSE).....	16
5.4.1.2 Pomiary elektrooporowe – tomografia (ERT).....	17
5.4.1.3 Pomiary elektrooporowe – tomografia (ERT).....	17
5.4.2 Wykonanie kolumn iniekcyjnych.....	18
5.4.3 Wykonanie pali CFA.....	19
5.4.3.1 Wykonanie otworu.....	19
5.4.3.2 Betonowanie pala.....	19
5.4.3.2 Wykonanie i montaż zbrojenia.....	20
6 KONTROLA JAKOŚCI.....	20
6.1 Ogólne zasady kontroli jakości robót.....	20
6.2 Zakres kontroli.....	20
6.2.1 Kontrola materiałów.....	21
6.2.2 Badania geofizyczne.....	21
6.2.3 Kontrola wykonania kolumn iniekcyjnych.....	21

6.2.4 Kontrola gęstości zaczynu cementowego.....	22
6.2.4 Kontrola wykonania pali CFA.....	22
6.2.4 Prace kontrolne końcowego efektu wzmocnienia	24
7 OBMIAR ROBÓT.....	24
6.2.4 Ogólne zasady obmiaru robót.....	24
6.2.4 Jednostka obmiarowa.....	24
8 ODBIÓR ROBÓT.....	25
9 PODSTAWA PŁATNOŚCI.....	25
9.1 Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności.....	25
9.2 Cena jednostki obmiarowej.....	25
10 PRZEPISY ZWIĄZANE.....	27

1 WSTĘP

1.1 Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej (ST) są wymagania techniczne dotyczące wykonania i odbioru robót związanych ze stabilizacją skarpy nasypu drogowego drogi S7 od km 551+335 – 551+430 w miejscowości Szczukowskie Górki, na zadaniu „Rozbudowa drogi S7 do parametrów drogi dwujezdniowej na odcinku obwodnicy Kielc, Kielce (DK 73 węzeł Wiśniówka) – Chęciny (węzeł Chęciny)”. Do wykonania wzmocnienia nasypu drogowego zaprojektowano wykorzystanie dwóch technologii obejmujących:

3. wzmocnienie korpusu jezdni w strefach rozgęszczeń nasypu drogowego za pomocą kolumn iniekcyjnych
4. zabezpieczenie nasypu drogowego po stronie wschodniej poprzez wykonanie palisady z pali CFA ϕ 500 zbrojonych profilem stalowym HE200B .

1.2 Zakres stosowania ST

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

1.3 Zakres robót objętych ST

Zakres prac obejmuje wszystkie czynności związane ze wzmocnieniem korpusu jezdni nasypu drogowego oraz zabezpieczeniem skarpy nasypu drogowego po stronie wschodniej. Wszystkie prace będą podlegały monitoringowi celem oceny ich skuteczności.

W zakres robót objętych niniejszą Specyfikacją wchodzi następujące roboty:

- 1) wykonanie badań kontrolnych (geofizycznych): przed projektowanymi pracami wzmacniającymi nasyp drogowy w celu doprecyzowania wystąpienia stref o zwiększonej możliwości wystąpienia gruntów rozgęszczonych,
- 2) prace geodezyjne
- 3) wykonanie prac wzmacniających korpus nasypu drogowego metodą kolumn iniekcyjnych
- 4) wykonanie wzdłuż wschodniej krawędzi nasypu drogowego palisady z pali CFA ϕ 500

zbrojonych profilem stalowym HE200B

- 5) wykonanie wymaganych w ST badań kontrolnych,
- 6) inne niezbędne czynności, bezpośrednio związane z wykonaniem kolumn iniekcyjnych oraz pali CFA.

1.4 Określenia podstawowe

1.4.1. Badania geofizyczne - badania mające na celu rozpoznanie występowania stref o zwiększonej możliwości wystąpienia gruntów rozgęszczonych, stref rozluźnień, ewentualnych pustek w korpusie drogowym, oraz oceny jakości wzmocnienia.

1.4.2. Prace geodezyjne - wytyczenie zaprojektowanych w Dokumentacji Projektowej kolumn iniekcyjnych oraz pali.

1.4.3. Kolumna iniekcyjna – kolumna z cementogruntu powstała przez wprowadzenie w podłoże zaczynu cementowego i jego wymieszanie z gruntem zalegającym in situ za pomocą specjalnego narzędzia iniekcyjnego (iniektora) wraz z iniekcją wszystkich przyległych stref rozgęszczonych . Zasięg głębokościowy zastosowanego zabiegu mieści się w przedziale od 11 m do 13 m.

Średnica kolumny iniekcyjnej odpowiada maksymalnemu wymiarowi poprzecznemu końcówki iniektora, zagłębianej w gruncie. Po wykonaniu kolumny iniekcyjnej otrzymujemy pełną strefę „A” utworzoną z cementogruntu w postaci kolumny oraz przyległą strefę „B” powstałą w wyniku penetracji iniektu w strefy rozluźnień, o niskim stopniu konsolidacji lub o dużej porowatości pierwotnej bądź wtórnej.

Zasięg stref:

- Strefa „A” - 0,4 ÷ 0,8 m
- Strefa „B” - w przybliżeniu do 1,0 m

1.4.4. Współczynnik wodno-cementowy (W/C) - stosunek masy wody zarobowej do masy cementu.

1.4.5. Zaczyn wiążący - mieszanina cementu oraz wody, o ustalonym W/C, dobrze przetłaczana w czasie potrzebnym do wykonania zabiegu wzmocnienia, dająca po związaniu materiał (tworzywo) nieprzepuszczalny o odpowiedniej wytrzymałości.

1.4.5. Zaczyn wiążący - mieszanina cementu oraz wody, o ustalonym W/C, dobrze przetłaczane w czasie potrzebnym do wykonania zabiegu wzmocnienia, dająca po związaniu materiał (tworzywo) nieprzepuszczalny o odpowiedniej wytrzymałości.

1.4.6. Pale CFA (Continuous Flight Auger) – pale wykonywane metodą „świdra ciągłego”, polegającą na wykonaniu wiercenia otworu pod pal świdrem ciągłym, wyjęcie świdra i urobku z jednoczesnym betonowaniem pod ciśnieniem pala i zawibrowaniu profilu stalowego (zbrojenia) w niezwiązany beton.

1.4.7. Szkielet zbrojeniowy – w postaci w profilu stalowego HE200B, ustawionego zgodnie z projektem

1.4.8. Badania własności technologicznych - badania laboratoryjne wyszczególnionych w Dokumentacji Projektowej podstawowych parametrów stosowanych zaczynów wiążących, mających decydujący wpływ na jakość i skuteczność prac podszających.

1.4.9. Pozostałe określenia podstawowe zgodne z obowiązującymi odpowiednimi polskimi normami.

1.5 Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość materiałów i prac oraz ich zgodność z Dokumentacją Projektową, Specyfikacjami Technicznymi.

Wzmocnienie nasypu drogowego zostanie wykonane wg "Projektu Wykonawczego wzmocnienia nasypu drogowego drogi S7 od km 551+335 ÷ 551+430 w m. Górki Szczukowskie, na zadaniu „Rozbudowa drogi S-7 do parametrów drogi dwujezdniowej na odcinku obwodnicy Kielc, KIELCE (DK 73 węzeł Wiśniówka) – Chęciny (węzeł Chęciny)” .

1.6 Kierownik robót wzmacniających

Wykonawca wyznacza na cały czas prowadzenia prac wzmacniających Kierownika robót posiadającego odpowiednie uprawnienia według prawa polskiego.

Kategorie uprawnień jakie winien posiadać Kierownik robót wzmacniających to kategorie XI i/lub XII .

1.7 Zabezpieczenie terenu budowy

Zamawiający w terminie określonym w umowie przekaze Wykonawcy teren budowy wraz ze wszystkimi uzgodnieniami prawnymi i administracyjnymi, natomiast Wykonawca jest zobowiązany do zabezpieczenia terenu robót w okresie trwania realizacji prac wzmacniających.

Wykonawca odpowiada za znajdujący się na terenie budowy swój sprzęt oraz materiały do projektowanego wzmocnienia nasypu drogowego we własnym zakresie.

1.8 Ochrona środowiska w czasie wykonywania robót wzmacniających

Wykonawca ma obowiązek znać i stosować w czasie prowadzenia robót wzmacniających wszelkie przepisy dotyczące ochrony środowiska naturalnego w zakresie ochrony wody, powietrza atmosferycznego, ziemi, świata roślinnego i zwierzęcego i podejmować wszelkie uzasadnione kroki mające na celu stosowanie się do przepisów i norm dotyczących ochrony środowiska na terenie i wokół terenu budowy.

Powstałe w trakcie prowadzenia prac wzmacniających nieprzydatne odpady będą składowane w miejscach wyznaczonych, a następnie przetransportowane do miejsc utylizacji lub na wysypisko śmieci.

1.9 Ochrona przeciwpożarowa

Wykonawca będzie przestrzegać przepisów ochrony przeciwpożarowej zawartych w stosownych rozporządzeniach i utrzymywać sprawny sprzęt przeciwpożarowy na terenie swojego zaplecza oraz w maszynach i pojazdach.

2 MATERIAŁY

2.1 Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Stosowane materiały nie mogą zanieczyszczać środowiska naturalnego i odpowiadać wymaganiom Polskich Norm.

2.2 Materiały do wykonania wzmocnienia korpusu jezdni w strefach rozgęszczeń nasypu drogowego za pomocą kolumn iniekcyjnych

2.1.1 Zaczyn cementowy

Zaczyn cementowy jest przygotowywany na budowie z wykorzystaniem cementu typu CEM 32,5 R. Ilość cementu wprowadzonego do gruntu musi zapewnić uzyskanie odpowiedniej, określonej w projekcie wytrzymałości R_c na ściskanie jednoosiowe gotowego cementogruntu.

Podstawowymi własnościami technologicznymi, które w decydujący sposób wpływają na jakość zaczynu są:

- wskaźnik wodny stosunek woda/cement ($W/C < 1$, do 0,65)
- gęstość w g/cm^3 (typowe gęstości wynoszą 1,50 do 1,70 g/cm^3)

2.1.2 Cementogrunť

Cementogrunť powstały po zmieszaniu in situ gruntu z zaczynem cementowym powinien mieć wytrzymałość na ściskanie RcG min 0,5 MPa.

Osiągnięcie wytrzymałości projektowej Rp należy potwierdzić na podstawie wyników badań jednoosiowego ściskania próbek cementogrunťu wykonanych po upływie 28 dni.

Badanie wytrzymałości cementogrunťu należy wykonać na próbkach pobieranych z materiału świeżo wykonanej i losowo wybranej kolumny.

Należy pobrać jedną serię próbek (3 normowe beleczki próbne cemento-gruntu) na każde 250 mb wykonanych kolumn iniekcyjnych, pobrane ze świeżo wykonanej kolumny. Próby na ściskanie należy wykonać w uprawnionym laboratorium badawczym, po upływie 28 dni od pobrania próbek.

Dla cementogrunťu proces wiązania jest dużo wolniejszy niż dla betonu. Po 28 dniach dojrzewania cementogrunť osiąga co najmniej 70% wytrzymałości docelowej po 56 dniach. Tym samym próbki cementogrunťu badane po 28 dniach dojrzewania powinny uzyskać wytrzymałość:

$$RcG (28 \text{ dni}) = 0,7 * 0,5 = 0,35 \text{ Mpa}$$

Uwaga 1. Jeżeli po upływie 28 dni próbki w badaniu wytrzymałościowym osiągną wynik większy lub równy 0,35 Mpa, wówczas można zrezygnować z badania prób po 56 dniach.

2.1.3 Prognozowana objętość zaczynu cementowego zużyta do wykonania kolumn iniekcyjnych

Należy przyjąć że całkowita objętość wykonanych kolumn iniekcyjnych wyniesie 1254 m³ przy założeniach:

- wysokość kolumny równa 13,0 m
- średnica kolumny równa 0,8 m
- ilość wykonanych kolumn iniekcyjnych 192 szt

Zakładamy, że dla wzmocnienia nasypu w pełnej strefie „A” utworzonej z cementogrunťu będzie zużyta objętość zaczynu równa 30 % całkowitej objętości kolumn tj. **376 m³**

Nie należy pominąć faktu penetracji iniektu w przyległej strefie „B” tj. w strefy rozluźnień,

o niskim stopniu konsolidacji lub o dużej porowatości pierwotnej bądź wtórnej.

Z doświadczenia przy prowadzonych pracach uzdatniających – wzmacniających należy przyjąć, że średnia chłonność tej strefy wyniesie około 10 %, czyli **392 m³** zaczynu, przy czym w związku z występowaniem w nasypie stref silnie rozgęszczonych wartość ta może wzrosnąć.

Reasumując łączna ilość zaczynu zużyta do prac wzmacniających to:

- strefa „A” **376 m³**
- strefa „B” **392 m³**

Razem przyjęto 768 m³

2.2 Materiały potrzebne do wykonania palisady z pali CFA

2.2.1 Beton

Należy stosować beton B30.

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

2.2.2 Zbrojenie

Do zbrojenia pali należy używać stali profilowej HE200B. Zaleca się zbrojenie pala na głębokość uzasadnioną względami wytrzymałościowymi. Wprowadzenie zbrojenia do pala należy wykonać natychmiast po wyjęciu świdra, przy czym operacja ta może być wspomagana przez użycie wibratora, do którego podwiesza się zbrojenie. Nie wyklucza się zawibrowania zbrojenia dłuższego od projektowanych długości pali.

3 SPRZĘT

3.1 Uwagi ogólne

Wykonawca zobowiązany jest do używania tylko takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych robót. Sprzęt używany do robót powinien być zgodny z ofertą Wykonawcy i odpowiadać pod względem typów wskazaniom zawartym w ST.

Sprzęt będący własnością Wykonawcy lub podnajęty do wykonania robót powinien być:

1. utrzymywany w dobrym stanie i gotowości do pracy
2. stosowany wyłącznie do prac, do jakich został przeznaczony
3. obsługiwany przez osoby przeszkolone
4. eksploatowany i konserwowany zgodnie z instrukcją producenta
5. używany w sposób zapewniający bezpieczeństwo pracownikom i osobom postronnym.

Będzie on zgodny z normami ochrony środowiska i przepisami dotyczącymi jego użytkowania.

Dokumenty uprawniające do eksploatacji maszyn na terenie budowy powinny być dostępne dla organów kontroli w miejscu eksploatacji.

3.2 Sprzęt do badań geofizycznych

Do wykonania badań geofizycznych w zależności od zastosowanej metody pomiarów należy użyć następującego sprzętu:

- a) Pionowe sondowanie elektrooporowe (PSE) oraz profilowanie elektrooporowe (PE):
 - nadajnik – generator do generacji i stabilizacji prądu Iab
 - odbiornik – mikrowoltomierz do pomiaru napięcia na elektrodach MN
 - zestaw kabli
 - zestaw elektrod zasilających AB
 - zestaw elektrod pomiarowych MN
 - źródło prądu

b) Inwersyjne obrazowanie oporności – tomografia elektrooporowa (electrical resistivity tomography – ERT):

- aparatura do inwersyjnego obrazowania oporności
- zestaw kabli wielożyłowych
- zestaw elektrod
- zestaw złączek: elektroda – kabel
- oprogramowanie interpretacyjne

c) georadar powierzchniowy:

- jednostka centralna
- antena ekranowana o częstotliwości w przedziale 50 – 200 MHz

wózek pomiarowy

3.3 Sprzęt do robót wzmacniających korpus jezdni - kolumny iniekcyjne

Zastosowane urządzenie musi zapewnić pograżenie końcówki iniekcyjnej na podaną głębokość. Kształt i umiejscowienie łopatek końcówki iniekcyjnej powinno zapewnić należyte wymieszanie gruntu z zaczynem cementowym. Zaczyn cementowy, pompowany ze stacji mieszania, przechodzi przez wydrążoną żerdź wiertniczą i zostaje wtłoczony w grunt przez dyszę wylotową na spodzie końcówki iniekcyjnej.

Średnicę kolumny iniekcyjnej, wynikającą z rozmiaru końcówki iniekcyjnej obracanej w gruncie, należy przyjąć zgodnie z projektem, tj. 0,4 ÷ 0,8 m.

Sprzęt do badań laboratoryjnych polowych powinien być skompletowany zgodnie z normą PN-85/G- 02320:

- waga Baroid'a do oznaczenia gęstości zaczynu cementowego,
- prasa do oznaczenia wytrzymałości na ściskanie.

3.4 Węzeł mieszająco-tłoczący

Mieszalnik umożliwia przygotowanie na terenie budowy odpowiedniej ilości zaczynu cementowego. Pompa musi zapewnić ciągłe i kontrolowane podawanie zaczynu cementowego.

Instalacja węzła mieszająco-tłoczącego składa się z następujących podzespołów:

- głowica hydrauliczno-pneumatyczna,
- zbiornik metalowy o objętości ok. 4,0 m³,
- głowica cementacyjna wyposażona w manometr i zawór zwrotny,
- zestaw zaworów przepływowych i kulowych do regulacji dostawy wody i czynnika wiążącego,
- agregat pompowy tłoczący zaczyn sporządzony przez głowicę hydrauliczno-pneumatyczną, przy pomocy głowicy cementacyjnej, pod wymaganym ciśnieniem 0,15 ÷ 0,30 MPa ,
- przewody tłoczne wysokociśnieniowe.

3.5 Sprzęt do wykonania pali CFA

Zastosowany sprzęt winien umożliwiać wykonanie pali zgodnie z założeniami projektowymi.

Kształt i wymiary świda muszą umożliwiać wykonanie pali o średnicy nominalnej i długości określonej w Dokumentacji projektowej.

4 TRANSPORT

Transport, rozładunek i montaż maszyn powinien odbywać się z zachowaniem wszystkich wymogów odnośnie przewozu maszyn budowlanych i zasad BHP.

Załadunek, transport, rozładunek, składowanie, mieszanie i podawanie zaczynu do wykonania kolumn iniekcyjnych powinno odbywać się z zachowaniem odpowiednich przepisów BHP oraz zasad bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Załadunek, transport, rozładunek, składowanie, podawanie betonu do wykonania pali CFA powinno odbywać się z zachowaniem odpowiednich przepisów BHP oraz zasad bezpieczeństwa ruchu drogowego.

5 WYKONANIE ROBÓT

5.1 Ogólne zasady wykonania robót

Wykonawca jest odpowiedzialny za prowadzenie robót zgodnie z umową oraz za jakość stosowanych materiałów i wykonywanych robót.

Prowadzenie robót powinno zapewniać ochronę zdrowia i życia pracowników oraz osób postronnych, zabezpieczenie interesów osób trzecich a także nie stanowić zagrożenia dla środowiska naturalnego.

W przypadku prowadzenia jakichkolwiek prac w nocy, konieczne jest wcześniejsze przygotowanie odpowiedniego oświetlenia, zapewniającego prawidłowe wykonawstwo robót i dostateczne warunki bezpieczeństwa pracy.

Wzmocnienie korpusu jezdni w strefach rozgęszczeń nasypu drogowego za pomocą kolumn iniekcyjnych oraz zabezpieczenie nasypu drogowego po stronie wschodniej poprzez wykonanie palisady z pali CFA ϕ 500 zbrojonych profilem stalowym HE200B objęte Dokumentacją Projektową i niniejszą ST mogą być wykonane tylko przez wykonawcę posiadającego odpowiedni sprzęt oraz duże doświadczenie do wykonywania tych prac.

5.2 Zakres robót dla wzmocnienia korpusu jezdni w strefach rozgęszczeń nasypu drogowego za pomocą kolumn iniekcyjnych

Po analizie danych na temat warunków gruntowo-wodnych oraz planowanych obciążeń, zakłada się realizację następującego zakresu robót związanych ze wzmocnieniem podłoża gruntowego omawianej drogi ekspresowej S7.

Na odcinku o kilometrażu od 551+335 – 551+430 wykonanie wzmocnienia korpusu kolumn iniekcyjnych :

- średnica kolumn $0,4 \div 0,8$ m
- zakładane długości kolumn $11 \div 13,0$ mb,
- zastosowana siatka regularna o boku 2,0 m

Odcinek	Rodzaj zabiegu	Ilość	Łączna długość dla pali 13 m
[km]	[-]	[szt.]	[mb]
551+335- 551+430	Kolumny iniekcyjne	192	2496

5.3 Zakres robót dla wykonania zabezpieczenie wschodniej strony nasypu drogowego

Na odcinku o kilometrażu 551+335 – 551+430 wykonanie palisady z pali CFA zbrojonymi profilami HE200B wzdłuż krawędzi nasypu jezdni:

- średnica 0,5 m
- zakładane długości 12,0 mb,
- zastosowano rozstaw 0,75 ÷ 1,0 m między palami

Odcinek	Rodzaj zabiegu	Ilość	Łączna długość dla pali 12 m
[km]	[-]	[szt.]	[mb]
551+335,5 - 551+383,5	Pale CFA	117	1404
551+383,5 - 551+430	Pale CFA		

5.4 Kolejność poszczególnych etapów prac

5.4.1 Badania geofizyczne

Badania geofizyczne należy wykonać zarówno przed przystąpieniem do prac wzmacniających jak i po ich zakończeniu, w celu oceny stopnia wzmocnienia nasypu drogowego omawianego w ST odcinka drogi S7.

Przed przystąpieniem do pomiarów geofizycznych (elektrooporowych, jak i georadarowych) zostanie wytyczony metodami geodezyjnymi obszar badań (linie oraz punkty pomiarowe).

Prace geodezyjne będą prowadzone w układzie lokalnym dowiązanym do Państwowego Układu Współrzędnych Geodezyjnych 2000.

5.4.1.1 Pomiary elektrooporowe – profilowanie (PE) i sondowanie (PSE)

W celu realizacji postawionego zadania w początkowym etapie badań metodą elektrooporową wykonane zostanie pionowe sondowanie elektrooporowe (PSE). Celem wykonanego sondowania będzie określenie profilu geoelektrycznego, umożliwiającego dobranie odpowiedniego rozstawu pomiarowego, pozwalającego na prześledzenie badanego nasypu.

Pomiary zostaną wykonane metodą dwupoziomowych profilowań elektrooporowych, układami o rozstawach elektrod zasilających AB dobranych tak, aby wyniki pomiarów odnosiły się do interwału głębokości od 0 m do ok. 5-6 m poniżej powierzchni terenu (I – szy poziom badań) oraz w interwale głębokości od 0 m do ok. 11-13 m p. p. t., czyli do spągu nasypu (II – gi poziom badań).

Powołując się na prace doświadczalne można przypuszczać, że I – szy poziom badań będzie mieć rozstaw między elektrodami prądowymi AB równy 25-30 m (pole pomiarowe ok. 8-10 m), natomiast na II – gim poziomie badań rozstaw AB równy 42-48 m (pole pomiarowe ok. 14-16 m). Badania zorientowane mają być w poprzek trasy S-7. Zaproponowano lokalizację około 1586 elektrooporowych punktów pomiarowych (tworzących linie pomiarowe).

Odległość pomiędzy punktami pomiarowymi (krok pomiarowy) będzie wynosić 1 m , a między profilami będzie wynosić przeciętnie 2 m z zastrzeżeniem, iż warunki terenowe mogą spowodować lokalnie zwiększenie kroku pomiarowego, bądź jego zmniejszenie.

Pomiary wykonane w punktach położonych poza planowanym obszarem wzmacniania podłoża wchodzi w koszt objęty umową. Pomiary wykonane w tych punktach posłużą do możliwie optymalnego określenia tła pomiarowego.

5.4.1.2 Pomiary elektrooporowe – tomografia (ERT)

Zaleca się zastosowanie trzech profili geofizycznych metodą inwersyjnego obrazowania oporności (electrical resistivity imaging (ERI), electrical resistivity tomography (ERT)). Istotnym jest, aby alternatywna metoda pozwalała na uzyskanie szczegółowych informacji także z głębszych poziomów, co przybliży projektantom istotę zagrożeń i pozwoli na optymalny dobór zabezpieczeń na etapie koncepcji i wykonawstwa zabezpieczeń.

Projektuje się wykonanie badań metodą ERT w rejonie nieciągłości powstałej na jezdni tj. na km od 551+330 – 551+430. Zakłada się, iż badania elektrooporowe ERT zostaną wykonane wzdłuż uszkodzonej jezdni. Decyzja o dokładnej lokalizacji profili pomiarowych będzie podjęta w trakcie prac terenowych.

5.4.1.3 Pomiary elektrooporowe – tomografia (ERT)

Zaleca Projektowane badania georadarowe zakładają wykonanie linii pomiarowych (profilu pomiarowych) w miejscach projektowanych linii elektrooporowych.

Zaproponowano lokalizację 61 profili georadarowych o długości 15-17 metrów o łącznym metrażu około 1000 mb we wzajemnej odległości od siebie 2 m, mające początek w osi drogi a koniec na zewnętrznej krawędzi zabezpieczanego pasa. Długość profili może ulec zmianie ze względu na dostępność ich wykonania oraz ewentualne anomalie. W razie uzasadnionej potrzeby lub skomplikowanej sytuacji terenowej można wykonać zamiennie do profili poprzecznych profil podłużny.

Do badań należy zastosować antenę o częstotliwości rzędu 50 - 200 MHz. Należy zwrócić uwagę, iż im niższa częstotliwość anteny tym większa głębokość penetracji.

Wykonawca w celu zapewnienia rejestracji jak najlepszych pod względem jakości wyników powinien użyć anteny ekranowanej. Pomiary georadarowe realizowane w bezpośrednim sąsiedztwie infrastruktury powierzchniowej oraz przy dużym natężeniu ruchu pojazdów są bardzo utrudnione. Zastosowanie anteny nieekranowanej spowodowałoby uzyskanie obrazu falowego z bardzo dużą ilością zakłóceń uniemożliwiających prawidłową interpretację wyników. Zastosowana antena ekranowana miałaby na celu eliminację wpływu infrastruktury powierzchniowej oraz licznie przejeżdżających pojazdów.

Pomiary zrealizowane powinny być sposobem dynamicznym (antena przewożona wózkiem w sposób ciągły po profilu pomiarowym).

5.4.2 Wykonanie kolumn iniekcyjnych

Przed przystąpieniem do wykonania kolumn iniekcyjnych należy dokonać analizy wyników badań geofizycznych w celu ewentualnych przesunięć w siatce rozmieszczenia kolumn iniekcyjnych.

Wykonanie kolumn będzie rozpoczęte od obszaru najbardziej zagrożonego występowaniem deformacji nieciągłych tj. km 551+335 w kierunku obszaru nie wzmocnionego o mniejszym prawdopodobieństwie wystąpienia zjawisk deformacyjnych.

Wykonanie kolumn iniekcyjnych obejmuje przygotowanie zaczynu w mieszalniku oraz formowanie kolumn w gruncie za pomocą wiertnicy z zamontowaną na niej końcówką iniekcyjną.

Zaczyn cementowy przygotowywany w mieszalniku powinien mieć odpowiednią gęstość objętościową (lub ekwiwalentnie wskaźnik wodny stosunek woda/cement W/C), którą optymalizuje na miejscu dozór geologiczny zależnie od obserwowanego przebiegu mieszania (typowe gęstości wynoszą 1,50 do 1,70 g/cm³ lub mają $W/C < 1$, do 0,65). Przed rozpoczęciem pompowania operator stacji sprawdza gęstość każdej partii przygotowanego zaczynu za pomocą wagi Baroid` a i notuje wynik pomiaru.

Końcówkę iniekcyjną wiertnicy należy ustawić ponad oznakowanym punktem wyznaczającym oś kolumny. Następnie końcówkę iniekcyjną zagłębia się w grunt pompując równocześnie zaczyn cementowy pod ciśnieniem od 0,15 do 0,30 MPa. Otwór wylotowy zaczynu znajduje się na końcu świdra, a wiertnica jest połączona z mieszalnikiem za pomocą węża.

Po osiągnięciu głębokości określonej w projekcie oraz nośnego podłoża następuje podnoszenie i opuszczanie obracanej końcówki iniekcyjnej przy równoczesnym zatłaczaniu zaczynu. Czynności te są powtarzane w celu wymieszania zaczynu z gruntem, co ma istotne znaczenie przy formowaniu kolumn w gruntach uwarstwionych i spoistych. W przypadku natrafienia na strefy silnie rozluźnione następuje zatrzymanie przewodu iniekcyjnego i tłoczenie do zaniku chłonności, następnie kontynuowane jest formowanie kolumny, aż do osiągnięcia projektowanej głębokości oraz nośnego podłoża. Całkowita ilość zaczynu cementowego użytego do wykonania kolumny iniekcyjnych powinna być kontrolowana za pomocą ubytku zaczynu w mieszalniku (przepływomierz). W przypadku przeszkód w podłożu odpowiednie decyzje podejmuje projektant wzmocnienia gruntu.

Kolumny iniekcyjne nie powinny być wykonywane przy temperaturze powietrza poniżej -5 °C.

Po wykonaniu kolumn iniekcyjnych należy odczekać ok. 3 dni. W obszarze wykonanych kolumn nie dopuszcza się ruchu ciężkiego sprzętu. Przystąpienie do dalszych prac oraz do

ewentualnego skracania kolumn do wymaganego poziomu należy uzgodnić z inżynierem budowy podwykonawcy odpowiedzialnego za wykonanie kolumn.

UWAGA 1): Dopuszcza się wprowadzanie koniecznych zmian w rozmieszczeniu, liczbie oraz długości kolumn w drodze projektowania aktywnego po analizie wyników z badań geofizycznych. Wprowadzane zmiany wymagają zatwierdzenia przez projektującego wzmocnienie podłoża z ramienia Wykonawcy, jednakże w przypadku konieczności zwiększenia projektowanego metrażu wymagana jest również konsultacja z Zamawiającym. Wprowadzone zmiany należy uwzględnić w Dokumentacji Powykonawczej.

Analiza wyników badań geofizycznych w celu ewentualnych przesunięć w siatce rozmieszczenia kolumn iniekcyjnych

5.4.3 Wykonanie pali CFA

Wykonanie pali składa się z następujących czynności :

- wiercenia otworu na głębokość projektową,
- betonowania pala podczas wyjmowania świda i usuwania gruntu,
- wprowadzenie zbrojenia natychmiast po wyjęciu świda w niezwiązany beton.

5.4.3.1 Wykonanie otworu

Wykonanie otworu - odbywa się przy użyciu świda ciągłego wwiercanego na żadaną głębokość odpowiadającą projektowanej długości pali. Urobek wydobywany jest w czasie podciągania świda do góry.

5.4.3.2 Betonowanie pala

Betonowanie pala - odbywa się w czasie wyjmowania świda z gruntu. Konstrukcja świda musi umożliwiać jednoczesne wykonywanie otworu i betonowanie pala pod ciśnieniem.

Mieszkę betonową należy podawać pod odpowiednim ciśnieniem, centralną rurą rdzeniową świda ślimakowego. Do podawania mieszanki betonowej należy stosować pompy przystosowane do podawania betonu na wysokość odpowiadającą poziomowi przewodu na górze świda, po jego wyciągnięciu z gruntu. Pompowanie masy betonowej powinno odbywać się wg instrukcji opracowanej dla danego urządzenia. Mieszanka musi być podawana do pala z odpowiednim

wydatkiem, do którego dostosowana jest prędkość podciągania świdra tak, aby powstał ciągły, monolityczny pal o nominalnym przekroju. Formowanie trzonu należy wykonać z pewnym naddatkiem, który usuwa się wraz z przykrywającym go urobkiem wyniesionym na zwojach świdra; zabieg służy przygotowaniu trzonu do wciśnięcia zbrojenia. Rzeczywista średnica pala nie może być mniejsza od średnicy nominalnej świdra.

W czasie betonowania, na podstawie oceny urobku wynoszonego na zwojach świdra, należy wykonywać makroskopową ocenę rodzaju gruntów zalegających w podłożu i porównywać je z warunkami gruntowymi podanymi w Dokumentacji Projektowej.

5.4.3.2 Wykonanie i montaż zbrojenia

Wykonanie i montaż zbrojenia - do zbrojenia pali należy używać stali profilowej HE200B. Zaleca się zbrojenie pala na głębokość uzasadnioną względami wytrzymałościowymi. Wprowadzenie zbrojenia do pala należy wykonać natychmiast po wyjęciu świdra, przy czym operacja ta może być wspomagana przez użycie wibratora, do którego podwiesza się zbrojenie.

6 KONTROLA JAKOŚCI

6.1 Ogólne zasady kontroli jakości robót

6.2 Zakres kontroli

W całym okresie prowadzenia prac podszczepiających kontroli podlegają:

- materiały używane w trakcie prac,
- prace geofizyczne,
- kontrola wykonania kolumn iniekcyjnych,
- kontrola wykonywania pali,
- tworzywa powstałe po związaniu zaczynów
- końcowy efekt prac wzmacniających.

6.2.1 Kontrola materiałów

Do użycia zostaną dopuszczone tylko te materiały, które posiadają :

- deklaracje zgodności lub certyfikat zgodności z Polską Normą lub aprobatą techniczną, w przypadku wyrobów ,dla których nie ustanowiono Polskiej Normy.

Produkty przemysłowe muszą posiadać w/dokumenty wydane przez producenta, a w razie konieczności poparte wynikami badań wykonanych przez niego.

6.2.2 Badania geofizyczne

W trakcie prowadzenia prac geofizycznych należy rejestrować wszystkie dane uzyskiwane w trakcie prowadzenia badań i pomiarów. Raport powinien zawierać:

- numer badanego punktu,
- datę rozpoczęcia badań,
- warunki pogodowe w trakcie badań,
- uzyskane wyniki badań,
- datę zakończenia badań.

Prace geofizyczne muszą być zakończone sprawozdaniem z wykonanych prac.

6.2.3 Kontrola wykonania kolumn iniekcyjnych

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 zaczynu oraz każdorazowe napotkanie strefy rozluźnionej wraz z opisem jej zasięgu głębokościowego

Wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe mieszaniny cementogruntu należy sprawdzić po 28 dniach od wykonania na znormalizowanych próbkach. Próbki należy uformować ze świeżego materiału pobranego podczas wykonywania kolumn i przechować do czasu wykonania badania w pomieszczeniu zamkniętym w temperaturze $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Badania na ściskanie należy wykonać w niezależnym laboratorium. Osiągnięta wytrzymałość na ściskanie musi być zgodna z wymaganiami projektu i niniejszej specyfikacji technicznej.

Usytuowanie kolumn iniekcyjnych w planie powinno spełniać wymagania określone w projekcie.

Liczba kolumn powinna być zgodna z projektem. W przypadku występowania odchylek większych niż ± 10 cm należy powiadomić projektanta w celu podjęcia odpowiednich decyzji. Przy objętościowym charakterze wzmocnienia gruntu nie wymaga się geodezyjnej inwentaryzacji powykonawczej kolumn.

6.2.4 Kontrola gęstości zaczynu cementowego

Gęstość zaczynu po wymieszaniu w zbiorniku należy sprawdzać za pomocą wagi Baroid 'a i notować przed każdym rozpoczęciem tłoczenia.

Podstawowymi własnościami technologicznymi, które w decydujący sposób wpływają na jakość zaczynu są:

- wskaźnik wodny stosunek woda/cement ($W/C < 1$, do 0,65)
- gęstość w g/cm^3 (typowe gęstości wynoszą 1,50 do 1,70 g/cm^3)

6.2.4 Kontrola wykonania pali CFA

Kontrola wykonanych pali CFA obejmuje:

- sprawdzenie zagłębienia świda w grunt,
- ilości i ciśnienia mieszanki betonowej wtłaczanej w grunt,
- w trakcie wbudowania zbrojenia sprawdza się głębokość opuszczenia i współosiowość usytuowania w trzonie pala.

Wykonawca ma obowiązek sporządzenia metryk pali, które powinny obejmować:

- datę i czas wykonania pala,
- lokalizację pala, długość pala,
- klasę wbudowanego betonu, rodzaj zbrojenia.

Przykład uproszczonej metryki podano poniżej:

METRYKA PALI CFA

Metoda: CFA (Wykonanego w technologii betonowania ciągłego)

Wykonawca:.....

Budowa: Data:

1.Data..... 2. Dzień roboczy	3. Godziny pracy od..... do..... .	4. Zmiana 5.Numer pala	6. Nr bud..... 7.Miejsce robót	8. Strona
--	--	---	---	------------------

9. Wiercenie.

- a) Wiercono..... m
 od.....do.....
- b) Głębokość otworu.....m
- c) Średnica palamm

10. Betonowanie.

- a) Zabetonowano pal Nr.....
 m
- b) Rodzaj zbrojenia
- c) Długość zbrojenia m
- d) Długość nośna palam
- e) Ilość zużytego betonum³
- f) Ilość zużytych mieszanekm³

11. Skład zespołu

- a) Operator.....
- b).....
- c).....
- d).....

Operator

Kierownik Robót

.....

.....

6.2.4 Prace kontrolne końcowego efektu wzmocnienia

Podstawowymi czynnikami, które mają decydujący wpływ na jakość i skuteczność prac podszadających są:

- zasięg penetracji w górotworze zatłaczanych zaczynów,
- trwałość zatłaczanych zaczynów po ich związaniu,

Ocena skuteczności należy przeprowadzić badaniami geofizycznymi. Badania należy wykonać po wykonaniu robót wzmacniających metodą profilowania elektrooporowego.

W przypadku stwierdzenia występowania stref rozluźnień w korpusie drogowym, w miejscach anomalnych zostaną wykonane dodatkowe kolumny iniekcyjne.

7 OBMIAR ROBÓT

6.2.4 Ogólne zasady obmiaru robót

Rejestr obmiarów stanowi dokument pozwalający na rozliczenie faktycznego postępu każdego z elementów robót.

Obmiary wykonanych robót przeprowadza się w sposób ciągły w jednostkach przyjętych w kosztorysie i wpisuje do rejestru obmiarów.

6.2.4 Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest

Dla badań geofizycznych:

- 1 profil wykonanego sondowania elektrooporowego
- 1 punkt pomiarowy profilowania elektrooporowego
- 1 profil pomiarowy obrazowania elektrooporowego
- 1 mb profilu georadarowego
-

Dla robót wzmacniających

- jednostką obmiaru dla wykonanej kolumny iniekcyjnej jest 1 mb
- jednostką obmiaru dla wykonanego pala o określonej średnicy jest 1mb

Obmiar gotowych robót będzie przeprowadzony z częstością wymaganą przez Wykonawcę i Zamawiającego.

8 ODBIÓR ROBÓT

Do odbioru końcowego robót Wykonawca musi przedstawić:

- Dokumentację Powykonawczą z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami dokonanyymi w trakcie robót,
- Zbiorcze zestawienie wszystkich wykonanych kolumn, obejmujące: datę wykonania, numer kolumny, długość kolumny i ilość zużytego zaczynu,
- Zbiorcze zestawienie wszystkich wykonanych pali, obejmujące: datę wykonania, numer pala, długość pala i ilość zużytego betonu, typ i długość zbrojenia
- Pozytywne wyniki badań wytrzymałości cementogruntu na ściskanie.
- Deklaracje zgodności lub atesty na cement.
- Zbiorcze zestawienie wszystkich wykonanych pali, obejmujące: datę wykonania, numer pala, długość pala i ilość zużytego betonu, typ i długość zbrojenia
- Deklaracje zgodności lub atesty na cement.

9 PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1 *Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności*

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności zostaną zawarte w umowie Wykonawcy ze Zleceniodawcą.

9.2 *Cena jednostki obmiarowej*

Cena wykonania 1 profilu sondowania elektrooporowego obejmuje:

- prace pomiarowe i niezbędne roboty przygotowawcze,
- interpretację i opracowanie wyników
- określenie profilu geoelektrycznego

Cena wykonania profilowania i obrazowania elektrooporowego obejmuje:

- wyznaczenie linii profili badań,
- prace pomiarowe i niezbędne roboty przygotowawcze,
- interpretację i opracowanie wyników

- tworzenie map rozkładu oporności oraz map miejsc anomalnych

Cena 1 m wykonania pomiaru georadarowego obejmuje:

- prace pomiarowe i niezbędne roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- wyznaczenie linii profili badań,
- wykonanie pomiarów georadarem, interpretacją i opracowanie wyników,
- przeprowadzenie pomiarów i badań kontrolnych określonych w projekcie technologii badań,
- inne roboty składające się na kompletne wykonanie zakresu robot przewidzianego w ST.

Cena wykonania 1 mb kolumn iniekcyjnych obejmuje:

- prace pomiarowe i niezbędne roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- wyznaczenie lokalizacji kolumn,
- wykonanie kolumn, (sporządzanie zaczynu wiążącego, wprowadzenie zaczynu w kolumnę)
- przeprowadzenie wymaganych w ST kontrolnych badań próbek cementogruntu, (poddane osobnej wycenie)
- demontaż sprzętu i likwidacja placu budowy dla potrzeb wykonania kolumn iniekcyjnych
- inne roboty składające się na kompletne wykonanie zakresu robót przewidzianych w ST

Cena 1mb pala CFA obejmuje:

- prace pomiarowe i niezbędne roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- wyznaczenie lokalizacji pali,
- wykonanie otworu
- betonowanie pala
- montaż zbrojenia
- inne roboty składające się na kompletne wykonanie zakresu robót przewidzianych w ST.

10 PRZEPISY ZWIĄZANE

- [1] EN 14679 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Wgłębne mieszanie gruntu.
- [2] PN-B-02481:1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [3] PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- [4] PN-B-04452:2002 Geotechnika – Badania polowe.
- [5] PN-B-04481:1988 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- [6] PN-EN 196-1 Metody badań gruntu. Oznaczanie wytrzymałości.
- [7] Wytyczne wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym (2002): GDDP, Opracowanie IBDiM, Warszawa. 2002.