

**GENERALNA DYREKCJA DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD**

WARUNKI WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

**D-02.01.01F**  
**v02**

**WZMOCNIENIE PODŁOŻA GRUNTOWEGO**  
**METODA INIEKCJI STRUMIENIOWEJ JET GROUTING**

(dokument wzorcowy)

**Warszawa**  
30 wrzesień 2019

| Numer wydania<br>Data           | Opis zmiany          |
|---------------------------------|----------------------|
| <b>V01</b><br><b>10.05.2019</b> | Utworzenie dokumentu |
| <b>V02</b><br><b>30.09.2019</b> | Aktualizacja         |

Opracowano  
w Departamencie Technologii Budowy Dróg GDDKiA  
we współpracy  
z Laboratoriami Drogowymi GDDKiA

## SPIS TREŚCI

|  |    |
|--|----|
| 1. WSTĘP .....   | 5  |
| 1.1. Nazwa zadania .....                                       | 5  |
| 1.2. Przedmiot WWiORB .....                                    | 5  |
| 1.3. Zakres stosowania WWiORB .....                            | 5  |
| 1.4. Informacje ogólne o terenie budowy .....                  | 5  |
| 1.5. Określenia podstawowe .....                               | 5  |
| 1.6. Ogólne wymagania dotyczące robót .....                    | 6  |
| 2. MATERIAŁY .....   | 6  |
| 2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów .....               | 6  |
| 2.2. Materiały do wykonania robót .....                        | 6  |
| 2.3. Materiały do wykonania platformy roboczej .....           | 6  |
| 2.4. Materiały do wykonania kolumn „jet-grouting” .....        | 6  |
| 3. SPRZĘT .....  | 7  |
| 3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu .....                  | 7  |
| 3.2. Sprzęt stosowany do wykonania kolumn „jet-grouting” ..... | 7  |
| 4. TRANSPORT .....   | 8  |
| 4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu .....               | 8  |
| 4.2. Wymagania dotyczące transportu maszyn i materiałów .....  | 8  |
| 5. WYKONANIE ROBÓT .....                                       | 9  |
| 5.1. Ogólne zasady dotyczące wykonania robót .....             | 9  |
| 5.2. Uzupełniające badania geotechniczne .....                 | 9  |
| 5.3. Roboty przygotowawcze .....                               | 9  |
| 5.4. Projekt technologiczny .....                              | 10 |
| 5.5. Pilotowe badania laboratoryjne .....                      | 11 |
| 5.6. Odcinek próbny .....                                      | 12 |
| 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT .....                                | 12 |
| 6.1. Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót .....   | 12 |
| 6.2. Badania i pomiary Wykonawcy .....                         | 13 |
| 6.3. Badania i pomiary kontrolne .....                         | 13 |
| 6.4. Badania i pomiary kontrolne dodatkowe .....               | 13 |
| 6.5. Badania i pomiary arbitrażowe .....                       | 13 |
| 6.6. Informacje porządkowe .....                               | 14 |
| 6.7. Zakres kontroli .....                                     | 14 |
| 6.8. Kontrola materiałów .....                                 | 14 |
| 6.9. Kontrola robót iniekcyjnych .....                         | 14 |

---

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 6.10. | Kontrola wytrzymałości cementogruntu .....                        | 15 |
| 6.11. | Tolerancje wykonania .....  | 15 |
| 7.    | OBMIAR ROBÓT .....  | 15 |
| 7.1.  | Ogólne zasady obmiaru robót .....                                 | 15 |
| 7.2.  | Jednostka obmiarowa .....   | 15 |
| 8.    | ODBIÓR ROBÓT .....  | 15 |
| 8.1.  | Ogólne zasady odbioru robót .....                                 | 15 |
| 8.2.  | Odbiór robót zanikających lub ulegających zakryciu .....          | 16 |
| 8.3.  | Odbiór częściowy .....  | 16 |
| 8.4.  | Odbiór ostateczny .....   | 16 |
| 8.5.  | Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami .....          | 17 |
| 9.    | PODSTAWA PŁATNOŚCI .....  | 17 |
| 9.1.  | Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności .....               | 17 |
| 9.2.  | Cena jednostki obmiarowej .....                                   | 17 |
| 9.3.  | Sposób rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących ..... | 18 |
| 10.   | PRZEPISY ZWIĄZANE .....   | 18 |
| 10.1. | Normy .....   | 18 |
| 10.2. | Inne dokumenty .....  | 19 |

## **1. WSTĘP**

### **1.1. Nazwa zadania**

„...” - przytoczyć

### **1.2. Przedmiot WWiORB**

Przedmiotem niniejszych Warunków Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (WWiORB) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem wzmocnienia podłoża gruntowego poprzez wykonanie kolumn iniekcyjnych techniką iniekcji strumieniowej „jet-grouting”.

Wykonanie kolumn iniekcyjnych ma na celu wzmocnienie podłoża gruntowego o niedostatecznej nośności i przeniesienie projektowanych obciążeń z nasypów drogowych na warstwy nośne podłoża.

### **1.3. Zakres stosowania WWiORB**

WWiORB są stosowane jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót na drogach krajowych. WWiORB stanowią podstawę opracowania Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWiORB).

### **1.4. Informacje ogólne o terenie budowy**

„...” - przytoczyć

### **1.5. Określenia podstawowe**

Kolumna iniekcyjna (pal iniekcyjny) — zainiektowana bryła gruntu o kształcie zbliżonym do walca i średnicy określonej w Dokumentacji Projektowej, powstała w wyniku bezpośredniego wymieszania wtłaczanego zaczynu wiążącego z cząsteczkami gruntu (bryła gruntu o zmodyfikowanych własnościach).

Słabe podłoże - warstwy gruntu nie spełniające wymagań, wynikających z warunków nośności lub stateczności albo warunków przydatności do użytkowania.

Stopień wzmocnienia gruntu ( $S_w$ ) — stosunek objętości kolumn iniekcyjnych do ogólnej objętości bryły podłoża gruntowego podlegającej wzmocnieniu. Stopień ten zależy jest od średnicy kolumn, ich rozstawu i głębokości.

Technologia „jet-grouting” - sposób iniekcyjnego wzmocnienia gruntu przy użyciu zaczynu wiążącego, w którym iniekt wyrzucany jest z dysz iniekcyjnych w kierunku poziomym (po obwodzie zapuszczanego w grunt przewodu iniekcyjnego) strumieniem pod ciśnieniem mierzonym na króćcu tłocznym pompy. Przewód iniekcyjny w trakcie wyrzucania iniektu podlega ruchowi posuwistemu i obrotowi.

Wzmocnienie podłoża - geoinżynierskie metody modyfikujące właściwości fizyko-mechaniczne gruntów poprzez trwałe nadanie podłożu gruntowemu właściwości zwiększających jego nośność oraz zmniejszających odkształcalność i wrażliwość na wpływ czynników atmosferycznych.

Pozostałe określenia podstawowe podane w niniejszych WWiORB są zgodne z odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w WWiORB D-M 00.00.00 "Wymagania Ogólne", WWiORB D-02.00.01 „Roboty ziemne. Wymagania ogólne” oraz w przepisach związanych wyszczególnionych w pkt. 10 niniejszego WWiORB.

## **1.6. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w WWiORB D-M 00.00.00 "Wymagania Ogólne".

## **2. MATERIAŁY**

### **2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w DM.00.00.00. "Wymagania ogólne". Poszczególne rodzaje materiałów powinny pochodzić ze źródeł zatwierdzonych przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

Stosowane materiały muszą być dopuszczone do obrotu na podstawie ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. nr 92, poz. 881 z 2004r) wraz z nowelizacjami, a także na podstawie przepisów wykonawczych do tej ustawy. Materiały muszą być zatwierdzone przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

### **2.2. Materiały do wykonania robót**

Materiały do wykonania wzmocnienia i stabilizacji podłoża powinny być zgodne z ustaleniami dokumentacji projektowej oraz niniejszych WWiORB.

### **2.3. Materiały do wykonania platformy roboczej**

Wykonanie platformy roboczej zgodnie z wymaganiami zawartymi w D.02.01.01A.

### **2.4. Materiały do wykonania kolumn „jet-grouting”**

Najczęściej stosowane są cement, woda i ewentualnie dodatki modyfikujące właściwości technologiczne zaczynu iniekcyjnego oraz stal zbrojeniowa w odpowiednim, przewidzianym w projekcie gatunku.

W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się stosowanie zaczynów wiążących na bazie środków mineralnych i chemicznych, gwarantujących osiągnięcie celu założonego w Dokumentacji Projektowej.

Skład zaczynu, jak i wszystkie parametry techniczne formowania kolumn iniekcyjnych określa Wykonawca wzmocnienia w opracowanym projekcie technologicznym.

Do zbrojenia kolumn iniekcyjnych należy stosować stal zbrojeniową o parametrach zgodnych z wymaganiami zawartymi w Dokumentacji Projektowej (jeżeli w Dokumentacji Projektowej przewidziano konieczność zbrojenia kolumn).

Zastosowana stal musi posiadać dokumenty wymagane w ustawie z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. nr 92, poz. 881 z 2004r) wraz z nowelizacjami, a także na podstawie przepisów wykonawczych do tej ustawy i uzyskać zgodę Inspektora Nadzoru.

Do iniekcyjnego formowania kolumn przy zastosowaniu technologii „jet-grouting” wskazane jest stosowanie cementu portlandzkiego czystego tj. bez dodatków mineralnych o markach 32,5 R. 42,5R lub 52,5R. Nie wyklucza się zastosowania innych rodzajów cementów, pozwalających uzyskać żądane parametry techniczne wzmocnienia zawarte w Dokumentacji Projektowej.

Miejsca przechowywania cementu mogą być następujące:

- Dla cementu workowanego — składy otwarte (wydzielone miejsca zadaszone na otwartym terenie, zabezpieczone z boków przed opadami) lub magazyny zamknięte (pomieszczenia o szczelnym dachu i ścianach), ofoliowane palety.

- Dla cementu luzem — zbiorniki stalowe, żelbetowe lub betonowe przystosowane do pneumatycznego załadunku i wyładunku cementu luzem, zaopatrzone w otwory do przeprowadzania pomiarów poziomu cementu, włączy do czyszczenia oraz klamry na wewnętrznych ścianach.

Dopuszczalny okres przechowywania cementu zależy od miejsca składowania. Cement nie może być użyty po okresie:

- upływu daty przydatności do użycia deklarowanej przez producenta w przypadku przechowywania go w składach otwartych,
- po upływie terminu trwałości podanego przez wytwórnę, w przypadku przechowywania w składach zamkniętych.

Wodę zarobową do sporządzenia zaczynów cementowych należy pobierać wprost z wodociągów lub studni albo dowozić beczkownikami ze sprawdzonych źródeł. Woda zarobowa powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 1008. Woda wodociągowa nie wymaga badań. Woda ze studni lub innych miejsc uzyskania powinna spełniać warunki w/w normy.

### **3. SPRZĘT**

#### **3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu**

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w WWIORB D-M 00.00.00, „Wymagania ogólne” oraz w WWIORB D-02.00.01, „Roboty ziemne. Wymagania ogólne”.

Wykonawca odpowiedzialny jest za szczegółowy dobór sprzętu zapewniający prawidłowe wykonanie robót określonych w Dokumentacji Technicznej oraz zgodnie z założoną technologią. Sprzęt powinien zapewnić wykonanie robót odpowiednio do warunków gruntowych i wymagań określonych w WWIORB oraz w projekcie.

Wykonawca robót powinien dysponować odpowiednim parkiem maszynowym (części, zapasowe maszyny) dla zapewnienia ciągłości robót w przypadku awarii sprzętu.

Sprzęt używany do wykonania każdego z elementów robót musi być zaakceptowany przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

#### **3.2. Sprzęt stosowany do wykonania kolumn „jet-grouting”**

Do wykonania robót iniekcyjnych według technologii przewidzianej w WWIORB należy użyć specjalistycznego sprzętu składającego się z następujących podstawowych elementów:

- Wiertnica wraz z osprzętem (głowica iniekcyjna, przewód iniekcyjny, dysze),
- Ultramikser (wysokoobrotowa mieszarka),
- Mieszalnik wolnoobrotowy
- Wysokociśnieniowa pompa iniekcyjna (10 - 100 MPa)
- Manometry zegarowe wraz z ochroniaczem,
- Waga typu „Baroid” do pomiaru gęstości zaczynu cementowego.

Jeżeli będzie taka konieczność, wynikająca z zapisów Dokumentacji Projektowej, sprzęt powinien umożliwiać wykonanie robót w ograniczonej skrajni pionowej (pod liniami

wysokiego napięcia, pod obiektami mostowymi). Doboru sprzętu dokonuje wykonawca i uzgadnia go z Inżynierem/Inspektorem Nadzoru.

Zastosowany sprzęt musi zapewniać:

- obserwację i rejestrację parametrów penetracji żerdzi iniekcyjnej w podłoże w celu weryfikacji założonej długości każdej wykonywanej kolumny „jet-grouting”,
- utworzenie kolumn o możliwie jednorodnej strukturze i parametrach,
- kontrolowane dozowanie zaczynu na całej długości kolumny,
- rejestrację parametrów produkcyjnych kolumny w czasie rzeczywistym, pozwalającą na bieżące kontrolowanie przebiegu robót.

Sprzęt do wykonywania kolumn „jet-grouting” musi być zaakceptowany przez Inżyniera/Inspektora nadzoru na podstawie obserwacji skuteczności wykonywania robót. W szczególności specjalistyczna maszyna do wykonywania kolumn „jet-grouting” musi być wyposażona w zautomatyzowany system rejestracji parametrów produkcyjnych, który musi pozwalać na prowadzenie zapisu w czasie rzeczywistym co najmniej następujących parametrów:

- numer kolumny i data wykonania (informacje zadawane),
- godzina rozpoczęcia i zakończenia wykonywania kolumny,
- głębokość penetracji żerdzi wiertniczej w podłoże, licząc od poziomu roboczego,
- ciśnienie cieczy w żerdzi iniekcyjnej,
- wydatek cieczy mierzony w żerdzi iniekcyjnej,
- prędkość obrotów żerdzi iniekcyjnej,
- prędkość zagłębiania i wyciągania żerdzi iniekcyjnej

Ze względu na możliwe uszkodzenie czujników pomiarowych zakłada się, że sprawność zastosowanego systemu automatycznej rejestracji powinna umożliwić rejestrację co najmniej 90% wykonanych kolumn. Niezależnie od systemu automatycznej rejestracji operator maszyny musi dysponować urządzeniami kontrolnymi pozwalającymi na obserwację i sterowanie procesu wykonywania każdej kolumny nawet w przypadku awarii systemu automatycznego, co pozwala wyeliminować nieuzasadnione przerwy robót.

W/w parametry, jak również raporty dzienne z prowadzonych robót należy odnotowywać w prowadzonym na bieżąco Dzienniku Prac Wiertniczo-Iniekcyjnych.

## **4. TRANSPORT**

### **4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w WWiORB D-M 00.00.00, Wymagania ogólne" oraz WWiORB D-02.00.01 „Roboty ziemne. Wymagania ogólne”.

### **4.2. Wymagania dotyczące transportu maszyn i materiałów**

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 spoiwa do wykonania kolumn „jet-grouting” powinno odbywać się z zachowaniem odpowiednich przepisów BHP oraz zasad bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Transport powinien być tak prowadzony, aby nie powodować zanieczyszczeń dróg i ulic.

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

### **5.1. Ogólne zasady dotyczące wykonania robót**

Ogólne zasady prowadzenia robót podano w WWIORB D-M 00.00.00 "Wymagania Ogólne".

Roboty należy wykonywać zgodnie z Dokumentacją Projektową uwzględniając dyspozycje lokalizacyjne i wynikające z niej uwarunkowania technologiczne. Przed przystąpieniem do robót Wykonawca zobowiązany jest do zapoznania się z odnośnymi dokumentami dotyczącymi wykonywanych robót. Iniekcja nie powinna być wykonywana przy temperaturze powietrza poniżej 0°C.

### **5.2. Uzupełniające badania geotechniczne**

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca przeprowadzi badania kontrolne (odwierty i sondowania), które umożliwią uszczegółowienie zasięgu zaprojektowanego wzmocnienia podłoża. Rodzaj i częstotliwość badań powinien wynikać z przyjętych rozwiązań oraz pozwalać na prawidłowe opracowanie projektu technologicznego i realizację robót zgodnie z wymaganiami WWIORB. Głębokość badań kontrolnych należy tak dobrać, aby zagłębiały się one minimum 3 m w warstwę gruntów nośnych podścielających grunty słabonośne podlegające wzmocnieniu. Zakres oraz lokalizację badań kontrolnych należy uzgodnić z Inżynierem/Inspektorem Nadzoru.

### **5.3. Roboty przygotowawcze**

Wykonawca przed przystąpieniem do robót wykona inwentaryzację stanu technicznego istniejących budynków, budowli i obiektów infrastruktury sąsiadujących z terenem robót.

W trakcie prowadzenia robót należy na bieżąco kontrolować stan techniczny budynków i budowli oraz innych konstrukcji wzmacniających wykonanych przed rozpoczęciem robót a znajdujących się w ich bezpośrednim sąsiedztwie.

W przypadku złożonych oraz skomplikowanych warunków gruntowych obserwacji należy poddać również obiekty zlokalizowane w większej odległości. W razie potrzeby na obserwowanych obiektach należy zainstalować specjalistyczny system do pomiaru wibracji i drgań.

Zapewnienie bezpieczeństwa budowli i konstrukcji znajdujących się na przyległym do robót terenie (w bezpośrednim sąsiedztwie oddziaływania robót) należy do obowiązków Wykonawcy.

Przygotowanie terenu polega na sprawdzeniu i wytyczeniu miejsca prowadzenia robót oraz na wykonaniu niezbędnych robót makroniwelacyjnych i przygotowaniu stabilnej platformy roboczej zgodnie z zapisami podanymi w odrębnych WWIORB tj. D-02.01.01A. Stan platformy roboczej musi pozwalać na bezpieczną pracę sprzętu w każdych warunkach pogodowych. Poziom platformy roboczej musi się znajdować co najmniej 0.5 m powyżej poziomu wody gruntowej.

W przypadku uzasadnionych przesłanek napotkania niezainwentaryzowanych instalacji podziemnych lub niewypałów należy przeprowadzić odpowiednie badania geofizyczne podłoża i wykonać odkrywki instalacji.

Wykonawca przystąpi do wykonywania wzmocnienia robót na danym obszarze po zakończeniu robót przygotowawczych (pomiarowych, wycince drzew, rozbiórkach, usunięciu innych przeszkód, wykonaniu dodatkowych badań geotechnicznych itp.), wytyczeniu zakresu wzmocnienia i wyrażeniu zgody przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

Lokalizację miejsc wykonania kolumn „jet-grouting” 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  $\pm 5$  cm.

#### **5.4. Projekt technologiczny**

Przed rozpoczęciem robót Wykonawca przedstawi Inżynierowi/Inspektorowi Nadzoru do akceptacji projekt technologii i organizacji (projekt technologiczny) oraz harmonogram robót uwzględniający wszystkie uwarunkowania w jakich będą wykonywane roboty związane ze wzmocnieniem podłoża (m.in. sytuacyjne, geologiczne i wodne, szczególne), występujące na terenie robót. W projekcie powinno znaleźć się m.in. uzasadnienie dobranej sprzątu, jego szczegółowe parametry, kolejność i sposób realizacji robót - w tym kolejność wykonania poszczególnych kolumn.

Należy także uwzględnić wpływ kolejności i sposobu wzmocnienia gruntu oraz terminy i kolejność wykonywania innych robót na obszarach projektowanego wzmocnienia lub do nich przyległych - na spełnienie wymagań dotyczących prawidłowego postępu całości robót na odcinkach przewidywanego wzmocnienia. W szczególności należy skoordynować roboty związane z projektowanymi przepustami i przejściami ekologicznymi, podporami obiektów inżynierskich, istniejącym i projektowanym uzbrojeniem nad- i podziemnym, innymi rodzajami wzmocnień podłoża itp.

Projekt Technologiczny wzmocnienia powinien zawierać w szczególności:

- szczegółowy plan rozmieszczenia kolumn „jet-grouting”, łącznie z odpowiednią numeracją kolumn, umożliwiającą ich identyfikację na planie i w dokumentacji robót,
- lokalizację wykonanych badań geotechnicznych,
- lokalizację projektowanych oraz istniejących (pozostawionych) instalacji podziemnych w obszarze robót,
- lokalizację ewentualnych poletek próbnych, wykonywanych w celu potwierdzenia zakładanych parametrów iniekcji (wraz z opisem procedury badawczej na poletkach próbnych),
- opis technologii i charakterystykę sprzętu do wykonania kolumn,
- specyfikację materiału (spoiwa) do wykonania kolumn i wytyczne zużycia w zależności od rodzaju wzmacnianego gruntu, opracowane na podstawie pilotowych badań laboratoryjnych,
- sposób wykonania i warunki kontroli robót.

W przypadku stwierdzenia istotnych niezgodności warunków geotechnicznych z podanymi w dokumentacji geotechnicznej należy, w uzgodnieniu z Projektantem i Inżynierem/Inspektorem Nadzoru, odpowiednio dostosować w Projekcie Technologicznym

zasięg koniecznego wzmocnienia oraz liczbę, rozmieszczenie i długości kolumn „jet-grouting”.

Analogicznie należy postępować w przypadku natrafienia w trakcie wykonywania kolumn na nieprzewidziane przeszkody w gruncie.

### **5.5. Pilotowe badania laboratoryjne**

Przed wykonaniem kolumn jet-grouting Wykonawca robót zobowiązany jest ustalić odpowiedni skład zaczynu, wykorzystując składniki opisane w punkcie 2, oraz wykonać pilotowe badania laboratoryjne w celu określenia potrzebnego zużycia spoiwa dla uzyskania wymaganego efektu wzmocnienia gruntu, ocenianego na podstawie osiągniętej wytrzymałości na ściskanie. Wytrzymałość na ściskanie należy przeprowadzić wg PN-EN 12390-3 Badania betonów – Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badań.

Minimalny zakres pilotowych badań laboratoryjnych obejmuje:

- Pobranie z terenów planowanego wykonania kolumn jet-grouting reprezentatywnych próbek gruntu o naruszonej strukturze i naturalnej wilgotności. Pobrane próbki muszą obejmować wszystkie podstawowe rodzaje gruntów wmacnianych metodą iniekcji strumieniowej, wykazane w dokumentacji geotechnicznej jako oddzielne pakiety (lub warstwy) geotechniczne.
- Próbki pobranego gruntu, po wstępnym oczyszczeniu z kamieni i innych zanieczyszczeń, należy wymieszać w warunkach laboratoryjnych ze spoiwem, dobranym co do składu i ilości przez Wykonawcę odpowiednio dla każdego pakietu geotechnicznego, wykorzystując składniki opisane w punkcie 2. Mieszanie gruntu należy wykonać ręcznie lub mikserem, aż do uzyskania jednolitej pasty gruntowej. W ciągu 30 minut od wymieszania należy uformować walcowe próbki stabilizowanego gruntu, ręcznie zagęszczając wymieszany grunt w odpowiednich foremkach walcowych warstwami o grubości do 30 mm. Minimalna średnica uformowanych próbek wynosi 70 mm.
- Dojrzewanie próbek, zabezpieczonych z obu stron walcowej foremki przed wysychaniem, może przebiegać w temperaturze pokojowej, nie przekraczającej 20°C. Miarodajny czas dojrzewania próbek dla oceny pilotowych badań laboratoryjnych wynosi 28 dni. Ponieważ proces wiązania spoiwa z gruntem przebiega inaczej i często wolniej niż w przypadku zwykłych mieszanek betonowych zaleca się, aby Wykonawca przeprowadził również uzupełniające badania wytrzymałościowe dla próbek dojrzewających np. 14 i 56 dni w celu uzyskania dodatkowych informacji (wymóg opcjonalny). W przypadku dostarczenia dodatkowych wyników badań Wykonawca może wnioskować o uznanie osiągnięcia wymaganej wytrzymałości na ścinanie przy innym czasie dojrzewania próbek niż zakładane 28 dni.
- Badanie wytrzymałości na ściskanie należy przeprowadzić na próbkach walcowych o stosunku wysokości do średnicy 2,0, zgodnie z PN-EN 12716 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Iniekcja strumieniowa.
- Liczba wykonanych próbek i przedstawianych do akceptacji wyników badań wytrzymałości na ściskanie dla każdego pakietu geotechnicznego oraz badanego składu i ilości spoiwa nie może być mniejsza od 3.

Pilotowe badania przedstawione do akceptacji Projektanta wzmocnienia gruntu i Inżyniera/Inspektora Nadzoru muszą być wykonane przez odpowiednie laboratorium, uprawnione do wykonywania badań gruntu i/lub betonu, lub przez laboratorium Wykonawcy robót, który ma udokumentowane doświadczenie w wykonywaniu kolumn jet-grouting oraz własnych badań laboratoryjnych dla potrzeb obsługi tej technologii.

Sprawozdanie z badań pilotowych musi zawierać co najmniej:

- Nazwę i uprawnienia wykonawcy badań laboratoryjnych, lub udokumentowanie wymaganego doświadczenia Wykonawcy robót w technologii jet-grouting w zakresie badań laboratoryjnych,
- Opis zastosowanej procedury przygotowania próbek wzmocnionego gruntu,
- Rodzaj, skład i ilość zastosowanego spoiwa dla każdej zbadanej próbki oraz czas i warunki dojrzewania,
- Wyniki badania wytrzymałości na ścinanie, przeprowadzonego w warunkach ściskania jednoosiowego, przyjmując że wytrzymałość na ścinanie jest połową wytrzymałości na ściskanie w warunkach jednoosiowych (badanie uproszczone). Wykorzystana prasa hydrauliczna musi być przystosowana do badania próbek o niskiej wytrzymałości.

Zatwierdzenie składu spoiwa przez projektanta i Inżyniera na podstawie pilotowych badań laboratoryjnych nie zwalnia Wykonawcy z odpowiedzialności uzyskania wymaganych wytrzymałości na ścinanie w warunkach polowych, zgodnie z warunkami kontroli jakości robót

## **5.6. Odcinek próbny**

W uzasadnionych przypadkach lub na polecenie Inżyniera/Inspektora Nadzoru Wykonawca wykonana odcinek próbny, na którym należy zweryfikować rozwiązanie projektowe badaniami wskazanymi w pkt. 6 niniejszych WWiORB.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1. Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne"

Badania należy wykonywać zgodnie z normami podanymi w niniejszym WWiORB.

Badania i pomiary dzielą się na:

- badania i pomiary Wykonawcy – w ramach własnego nadzoru
- badania i pomiary kontrolne – w ramach nadzoru Zamawiającego.

W uzasadnionych przypadkach w ramach badań i pomiarów kontrolnych dopuszcza się wykonanie badań i pomiarów kontrolnych dodatkowych i/lub badań i pomiarów arbitrażowych.

Badania obejmują:

- pobranie próbek,
- zapakowanie próbek do wysyłki,
- transport próbek z miejsca pobrania do placówki wykonującej badania,

- przeprowadzenie badania,
- sprawozdanie z badań.

Pomiary obejmują terenową weryfikację zrealizowanych robót.

## **6.2. Badania i pomiary Wykonawcy**

Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzania na bieżąco badań i pomiarów w celu sprawdzania czy jakość wykonanych Robót jest zgodna z postawionymi wymaganiami.

Badania i pomiary powinny być wykonywane z niezbędną starannością, zgodnie z obowiązującymi przepisami i w wymaganym zakresie. Badania i pomiary Wykonawca powinien wykonywać z częstotliwością gwarantującą zachowanie wymagań dotyczących jakości robót, lecz nie rzadziej niż wskazano to w WWiORB. Wyniki badań będą dokumentowane i archiwizowane przez Wykonawcę. Wyniki badań Wykonawca jest zobowiązany przekazywać Inżynierowi/Inspektorowi Nadzoru.

Zakres badań i pomiarów Wykonawcy powinien być:

- nie mniejszy niż wskazano w nim określony w Zakładowej Kontroli Produkcji dla dostarczanych na budowę materiałów,
- nie mniejszy niż zakres i częstotliwość badań i pomiarów kontrolnych określony w niniejszym WWiORB.

## **6.3. Badania i pomiary kontrolne**

Badania i pomiary kontrolne są zlecane przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru, a których celem jest sprawdzenie, czy jakość zastosowanych materiałów oraz zakończonych robót spełniają wymagania określone w kontrakcie.

Pobieraniem próbek, wykonaniem badań i pomiarów na miejscu budowy zajmuje się Laboratorium Zamawiającego/Inżynier/Inspektor Nadzoru przy udziale lub po poinformowaniu przedstawicieli Wykonawcy. Zamawiający decyduje o wyborze Laboratorium Zamawiającego.

## **6.4. Badania i pomiary kontrolne dodatkowe**

W wypadku uznania, że jeden z wyników badań lub pomiarów kontrolnych nie jest reprezentatywny dla ocenianego odcinka budowy, strony kontraktu mogą wystąpić o przeprowadzenia badań lub pomiarów kontrolnych dodatkowych. Badania kontrolne dodatkowe są wykonywane przez Laboratorium Zamawiającego.

Strony Kontraktu decydują wspólnie o miejscach pobierania próbek i wyznaczeniu odcinków częściowych ocenianego odcinka budowy tzn. dziennej działki roboczej. Jeżeli odcinek częściowy przyporządkowany do badań kontrolnych nie może być jednoznacznie i zgodnie wyznaczony, to odcinek ten nie powinien być mniejszy niż 20% ocenianego odcinka budowy.

## **6.5. Badania i pomiary arbitrażowe**

Badania i pomiary arbitrażowe są powtórzeniem badań lub pomiarów kontrolnych i/lub kontrolnych dodatkowych, co do których istnieją uzasadnione wątpliwości ze strony Inżyniera/Inspektora Nadzoru, Zamawiającego lub Wykonawcy (np. na podstawie własnych badań).

Badania i pomiary arbitrażowe wykonuje się na wniosek strony kontraktu. Badania i pomiary arbitrażowe wykonuje bezstronne, akredytowane laboratorium (w tym inne laboratorium GDDKiA), które nie wykonywało badań lub pomiarów kontrolnych, przy udziale lub po poinformowaniu przedstawicieli stron.

W przypadku wniosku Wykonawcy zgodę na przeprowadzenie badań i pomiarów arbitrażowych wyraża Inżynier/Inspektor Nadzoru po wcześniejszej analizie zasadności wniosku. Zamawiający akceptuje laboratorium, które przeprowadzi badania lub pomiary arbitrażowe.

#### **6.6. Informacje porządkowe**

Każdy oddzielny odcinek wzmocnienia podłoża kolumnami wskazany w Dokumentacji Projektowej podlega odrębnej kontroli w pełnym zakresie. Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Inżynierowi/ Inspektorowi Nadzoru do akceptacji.

Na wniosek Inżyniera/Inspektora Nadzoru, badania kolumn oraz analizę i opracowanie wyników, może wykonać jednostka badawcza niezależna od Wykonawcy robót, wyspecjalizowana w zakresie badań budowlanych metodą „in situ”.

Wykonawca obiektu zobowiązany jest do współpracy z tą jednostką w zakresie wykonania prac związanych z montażem i demontażem urządzeń badawczych, pomostów roboczych, dostępu do kolumn itp.

#### **6.7. Zakres kontroli**

Kontroli podlegają:

- materiały użyte do wykonania kolumn (pali) iniekcyjnych,
- roboty iniekcyjne i ich zgodność z Dokumentacją Projektową,
- wytrzymałość zmodyfikowanego gruntu (trzonu kolumn iniekcyjnych) na ściskanie,
- średnica kolumn,
- nośność kolumn, o ile takie badanie jest przewidziane w projekcie.

#### **6.8. Kontrola materiałów**

Kontrola powinna być wykonywana wg zasad określonych w Projekcie Technicznym i w pkt. 2 niniejszych WWIORB.

#### **6.9. Kontrola robót iniekcyjnych**

Kontrolę należy prowadzić w trakcie robót iniekcyjnych, sprawdzając rozstaw otworów i ich głębokości, oraz rejestrując parametry techniczne formowania kolumn.

Dla każdej kolumny iniekcyjnej należy prowadzić metrykę, zawierającą następujące dane:

- numer kolumny,
- średnica wiercenia i uformowanej kolumny iniekcyjnej,
- rzędna głowicy kolumny,
- rzędna podstawy kolumny,
- głębokość otworu,
- rodzaj zaczynu iniekcyjnego,

- gęstość zaczynu iniekcyjnego,
- ilość wtłoczonego zaczynu ( $\text{dm}^3$ ) lub ilość zużytego cementu (kg),
- ciśnienie iniekcji w trakcie formowania kolumny.

W/w parametry, jak również raporty dzienne z prowadzonych robót należy odnotowywać w prowadzonym na bieżąco Dzienniku Prac Wiertniczo-Iniekcyjnych.

### **6.10. Kontrola wytrzymałości cementogruntu**

Podczas formowania kolumn iniekcyjnych należy pobrać próbki wypływającej z otworu mieszaniny gruntocementowej.

Próbki przechowywane w warunkach zbliżonych do naturalnych, po 28 dniach twardnienia należy poddać próbie wytrzymałościowej na ściskanie. Przyjmuje się, że wytrzymałość tak pobranych próbek stanowi 70% wytrzymałości projektowanej dla cementogruntu w kolumnach iniekcyjnych.

Wartości wymaganej wytrzymałości określone są w dokumentacji projektowej.

Do badań wytrzymałości na ściskanie należy pobrać cztery próbki na każde rozpoczęte 1000m<sup>3</sup> objętości kolumn. Miejsce pobrania określi Inżynier/Inspektor Nadzoru.

### **6.11. Tolerancje wykonania**

Dopuszczalna tolerancja dla uzyskanych wyników pomiarów i badań została przedstawiona poniżej:

- rozstaw kolumn iniekcyjnych:  $\pm 5$  cm,
- głębokość formowania kolumn: - 10 cm (tolerancji dodatniej nie wprowadza się),
- wytrzymałość cementogruntu na ściskanie dla próbek uformowanych z mieszaniny wypływającej z otworu: - 10 % (tolerancji dodatniej nie wprowadza się).

## **7. OBMIAR ROBÓT**

### **7.1. Ogólne zasady obmiaru robót**

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

### **7.2. Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiaru jest 1 m (metr) długości kolumny. Długość każdej kolumny liczy się jako odległość od projektowanego poziomu głowicy do osiągniętej głębokości podstawy kolumny, mierzoną w osi podłużnej kolumny poprzez rejestrowaną głębokość penetracji w podłoże, biorąc pod uwagę zapis z automatycznego rejestratora lub długość podawaną przez operatora wiertnicy.

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

### **8.1. Ogólne zasady odbioru robót**

Ogólne zasady odbioru robót podano w WWiORB D-M 00.00.00 „Wymagania Ogólne”.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową, WWIORB i wymaganiami Inżyniera/Inspektora Nadzoru, jeżeli wszystkie pomiary i badania wg pkt. 6 niniejszych WWIORB dały wyniki pozytywne.

Do odbioru ostatecznego uwzględniane są wyniki badań i pomiarów kontrolnych, badań i pomiarów kontrolnych dodatkowych oraz badań i pomiarów arbitrażowych do wyznaczonych odcinków częściowych.

### **8.2. Odbiór robót zanikających lub ulegających zakryciu**

Odbiór tych robót powinien być zgodny z wymaganiami punktu 8.2 WWIORB D-M- 00.00.00 "Wymagania Ogólne" oraz niniejszych WWIORB.

Gotowość danej części robót do odbioru zgłasza Wykonawca wpisem do Dziennika Budowy i jednoczesnym powiadomieniem Inżyniera/Inspektora Nadzoru. Odbiór będzie przeprowadzony niezwłocznie, nie później jednak niż w ciągu 3 dni od daty zgłoszenia wpisem do Dziennika Budowy i powiadomienia o tym fakcie Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

Jakość i ilość robót ulegających zakryciu ocenia Inżynier/Inspektor Nadzoru na podstawie dokumentów zawierających komplet wyników badań laboratoryjnych i w oparciu o przeprowadzone pomiary.

### **8.3. Odbiór częściowy**

Odbiór częściowy polega na ocenie ilości i jakości wykonanych części robót. Odbioru częściowego robót dokonuje się wg zasad jak przy odbiorze ostatecznym robót. Odbioru robót dokonuje Inżynier/Inspektor Nadzoru.

### **8.4. Odbiór ostateczny**

Roboty objęte niniejszymi WWIORB podlegają odbiorowi na zasadzie robót zanikających i ulegających zakryciu, który jest dokonywany na podstawie wyników pomiarów, badań i oceny wizualnej.

Do odbioru Wykonawca przedstawia wszystkie dokumenty z bieżącej kontroli jakości robót oraz Dokumentację Projektową z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami dokonanymi w trakcie robót (dokumentację powykonawczą).

Podstawą odbioru ostatecznego jest pisemne stwierdzenie przez Inspektora Nadzoru w Dzienniku Budowy zakończenia wszystkich robót związanych z niniejszymi WWIORB, a także spełnienie wymagań określonych w dokumentacji projektowej i niniejszych WWIORB.

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 spoiwa,
- Zapisy automatycznego urządzenia rejestrującego, obejmujące co najmniej 90% wszystkich wykonanych kolumn (na nośniku cyfrowym),
- Atesty i badania spoiwa (zaczynu)
- Badania wytrzymałości na ściskanie pobranych próbek cementogruntu,



- Inne dokumenty zażądane przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

### **8.5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami**

Jeżeli wystąpią wyniki negatywne dla materiałów i robót (nie spełniające wymagań określonych w WWiORB i opracowanych na ich podstawie STWiORB), to Inżynier/Inspektor Nadzoru/Zamawiający wydaje Wykonawcy polecenie przedstawienia programu naprawczego, chyba że na wniosek jednej ze stron kontraktu zostaną wykonane badania lub pomiary arbitrażowe (zgodnie z pkt. 6.5 niniejszego WWiORB), a ich wyniki będą pozytywne. Wykonawca w programie tym jest zobowiązany dokonać oceny wpływu na trwałość, przedstawić sposób naprawienia wady lub wnioskować o zredukowanie ceny kontraktowej.

Na zastosowanie programu naprawczego wyraża zgodę Inżynier/Inspektor Nadzoru/Zamawiający.

W przypadku braku zgody Inżyniera/Inspektora Nadzoru/Zamawiającego na zastosowanie programu naprawczego wszystkie materiały i roboty nie spełniające wymagań podanych w odpowiednich punktach WWiORB zostaną odrzucone. Wykonawca wymieni materiały na właściwe i wykona prawidłowo roboty na własny koszt.

Jeżeli wymiana materiałów niespełniających wymagań lub wadliwie wykonane roboty spowodują szkodę w innych, prawidłowo wykonanych robotach, to również te roboty powinny być ponownie wykonane przez Wykonawcę na jego koszt.

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

### **9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności**

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 9.

### **9.2. Cena jednostki obmiarowej**

Cena wykonania 1 m kolumny obejmuje:

- prace pomiarowe związane z lokalizacją i wytyczeniem usytuowania kolumn,
- oznakowanie i zabezpieczenie miejsca robót,
- wykonanie uzupełniających badań geotechnicznych,
- sporządzenie projektów technologicznych wzmocnienia podłoża,
- wykonanie wszystkich elementów wynikających z opracowań roboczych Wykonawcy, o ile nie są przedmiotem rozliczeń odrębnych Specyfikacji,
- zakup, dostarczenie, składowanie i przygotowanie wszystkich niezbędnych materiałów i wyrobów podstawowych i pomocniczych, w ilościach potrzebnych do wykonania robót tj. uwzględniających normatywne ubytki oraz niezbędne naddatki technologiczne (np. długości kolumn ponad poziomem ścięcia głowic, ilość zaczynu, uzupełnianie ubytków),
- stały nadzór geotechniczny, w zakres którego wchodziły czynności związane bieżącą kontrolą wykonywania robót zgodnie z wymaganiami określonymi w pkt 5 WWiORB oraz zapewnienie właściwej kontroli jakości zgodnie z pkt 6 WWiORB,
- mobilizację sprzętu oraz organizację budowy i stanowisk wytwarzania zaczynu,

- montaż, przemieszczanie w obrębie robót i demontaż sprzętu podstawowego i niezbędnych urządzeń towarzyszących,
- wykonanie (formowanie) kolumn o określonej średnicy i kierunku, do żądanej głębokości, wg przyjętej technologii i warunków gruntowo-wodnych,
- czas niezbędny na związanie cementogruntu,
- wyrównanie i zagęszczenie powierzchniowe gruntu dookoła kolumn,
- wykonanie wszystkich niezbędnych badań, prób, pomiarów i sprawdzeń
- prowadzenie dziennika wykonania wzmocnienia oraz innych wymaganych dokumentów realizacyjnych i odbiorczych,
- uporządkowanie i oczyszczenie terenu robót z odpadów, ich usunięcie i likwidacja/utylicacja,
- likwidacja wszystkich tymczasowych elementów związanych z robotami,
- sporządzenie dokumentacji powykonawczej wzmocnienia podłoża,
- wszelkie inne czynności związane z prawidłowym wykonaniem robót zgodnie z wymaganiami niniejszych WWIORB.

W cenach jednostkowych należy uwzględnić ewentualne dodatkowe zakresy wzmocnień, wynikające z lokalizacji dróg technologicznych, technologii budowy itp.

### **9.3. Sposób rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących**

Cena wykonania robót określonych niniejszymi WWIORB 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, jak geodezyjne wytyczenie robót itd.

## **10. PRZEPISY ZWIĄZANE**

### **10.1. Normy**

1. PN-B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
2. PN-B-02481:1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar
3. PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe
4. PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu
5. PN-EN 12716 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Iniekcja strumieniowa.
6. PN-EN 1008 Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badania i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesu produkcji betonu.
7. PN-EN 196-3:Metody badania cementu. Oznaczanie czasów wiązania i stałości objętości

8. PN-EN 196-6:Metody badania cementu. Oznaczanie stopnia zmielenia
9. PN-EN 197-1 Cement, Część 1; Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
10. PN-EN 197-2 Cement. Część 2; Ocena zgodności
11. PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
12. PN-83/B-02482 Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych

### **10.2. Inne dokumenty**

1. Wytyczne wzmocnienia podłoża gruntowego w budownictwie drogowym. IBDiM. Warszawa 2002.
2. Wytyczne wykonywania badań podłoża gruntowego na potrzeby budownictwa drogowego. Załącznik do zarządzenia nr 22 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 27.06.2019 r.