

**GENERALNA DYREKCJA DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD**

WARUNKI WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

**D-02.01.01G  
v02**

**WZMOCNIENIE PODŁOŻA GRUNTOWEGO  
KOLUMNY ŻWIROWE**

(dokument wzorcowy)

**Warszawa**  
30 wrzesień 2019

Numer wydania Data	Opis zmiany
<b>V01</b> <b>10.05.2019</b>	Utworzenie dokumentu
<b>V02</b> <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 .....	5
2. MATERIAŁY .....	5
2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów .....	5
2.2. Materiały do wykonania platformy roboczej .....	6
2.3. Materiały do wykonania kolumn żwirowych .....	6
3. SPRZĘT .....	7
3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu .....	7
3.2. Sprzęt stosowany do wykonania kolumn żwirowych .....	7
4. TRANSPORT .....	8
4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu .....	8
4.2. Wymagania dotyczące transportu maszyn i materiałów .....	8
5. WYKONANIE ROBÓT .....	8
5.1. Ogólne zasady dotyczące wykonania robót .....	8
5.2. Uzupełniające badania geotechniczne .....	8
5.3. Roboty przygotowawcze .....	8
5.4. Projekt technologiczny .....	9
5.5. Technologia wykonania kolumn żwirowych .....	10
5.6. Odcinek próbny .....	11
6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT .....	12
6.1. Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót .....	12
6.2. Badania i pomiary Wykonawcy .....	12
6.3. Badania i pomiary kontrolne .....	12
6.4. Badania i pomiary kontrolne dodatkowe .....	13
6.5. Badania i pomiary arbitrażowe .....	13
6.6. Informacje porządkowe .....	13
6.7. Kontrola przygotowania do wykonania kolumn żwirowych .....	13
6.8. Kontrola w czasie wykonywania kolumn żwirowych .....	14
6.9. Kontrola wykonanych kolumn żwirowych .....	15
6.10. Uwagi dodatkowe .....	15

---

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

Kolumny żwirowe wykonywane metodą wibrowymiany stosuje się do wzmocnienia słabego podłoża, w celu zwiększenia nośności oraz zmniejszenia i przyspieszenia osiadań. Stosuje się je głównie w miękkoplastycznych glinach i ilach, także z przewarstwieniami torfu, gytii lub namułu o niewielkiej grubości. Kolumny mogą być formowane w gruncie o wystarczającej wytrzymałości. Warunkiem formowania kolumn w gruncie jest wytrzymałość na ścinanie gruntu w warunkach bez odpływu większa niż 20 kPa. Wytrzymałość na ścinanie należy określić za pomocą badania sondą krzyżakową wg PN-B-04452:2002. W przypadku gdy określona w badaniu wytrzymałość na ścinanie gruntu jest niższa niż 20 kPa, należy zaprojektować inną metodę wzmocnienia 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 Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWiORB).

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

„...” - przytoczyć

### **1.5. Określenia podstawowe**

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

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.

**2.2. Materiały do wykonania platformy roboczej**

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

**2.3. Materiały do wykonania kolumn żwirowych**

Do przygotowania mieszanki kruszywa przeznaczonej do wykonania kolumn żwirowych można stosować płukane lub łamane kruszywa naturalne albo kruszywa odzyskowe, posiadające atest do stosowania w budownictwie. Mieszanka kruszyw powinna spełniać wymagania określone w tabelicy 1.

Podstawowym składnikami mieszanki kruszyw są żwir, pospółka i piasek. Górne ograniczenie średnicy ziarna do ok. 40 mm występuje ze względu na możliwość blokowania się większych ziaren kruszywa wewnątrz wibratora śluzowego. Dla uzyskania dobrej zagęszczalności materiału mieszanka kruszyw powinna mieć możliwie ciągłą krzywą uziarnienia, a zawartość frakcji pylastej nie może przekraczać 5%. Stopień różnoziarnistości mieszanki kruszywa  $U=d_{60}/d_{10}$  nie powinien być mniejszy niż 5.

Tablica 1. Bazowy skład mieszanki kruszywa

Skład mieszanki	Wymagania
Uziarnienie:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• frakcja 16 – 31,5 (40) mm,</li> <li>• frakcja 0-16 mm,</li> </ul>	<p>40 % ± 10 %</p> <p>60 % ± 10 %</p>
przy czym:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• frakcja piaskowa 0-2 mm,</li> <li>• frakcja pylasta 0-0,063 mm,</li> </ul>	<p>&lt; 35% ± 10 %</p> <p>&lt; 5%</p>

Kruszywo przewidziane do wykonania kolumn żwirowych powinno spełniać również wymagania:

- odporności na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2, kategoria nie większa niż LA45,
- nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6, kategoria  $\leq$  WA242 – jeśli nasiąkliwość jest większa należy sprawdzić mrozoodporność,
- mrozoodporność wg PN-EN 1367-1 na frakcji referencyjnej, nie większa niż 10%,
- zawartości zanieczyszczeń obcych – brak zanieczyszczeń obcych takich jak drewno, szkło, plastik,
- obecność substancji organicznych wg PN-EN 1744-1 (badanie wodorotlenkiem sodu) - barwa cieczy nie ciemniejsza od wzorcowej.

Każdorazowo rodzaj i skład kruszywa do wykonania kolumn żwirowych musi być zaakceptowany przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru, biorąc pod uwagę wyniki odpowiednich badań kruszywa, dostarczone przez Wykonawcę.

Dopuszcza się mieszanie kruszyw na placu budowy za pomocą ładowarki pod warunkiem prowadzenia kontroli dostaw poszczególnych frakcji kruszywa, wchodzących w skład zaakceptowanej mieszanki, oraz prowadzenia okresowej kontroli krzywej uziarnienia w budowywanego kruszywa.

### 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 żwirowych

Kolumny żwirowe należy wykonać metodą wibrowymiany za pomocą specjalistycznej palownicy na podwoziu gąsienicowym oraz wibratora w głębokiego z rdzeniowym (tj. wewnętrznym) podawaniem materiału, zamocowanego do masztu palownicy. Zastosowany sprzęt musi zapewniać:

- obserwację i rejestrację oporów penetracji wibratora w podłoże w celu weryfikacji założonej długości każdej wykonywanej kolumny żwirowej,
- sprowadzenie kruszywa na wymaganą głębokość w podłożu,
- kontrolowane formowanie i wibracyjne zagęszczanie trzonu żwirowego na całej długości kolumny, łącznie z wywołaniem docisku pionowego i rozpychaniem kruszywa na boki w celu zwiększenia efektywnej średnicy kolumny, co ma szczególne znaczenie w strefach występowania słabych gruntów w podłożu,
- przybliżoną ocenę objętości materiału wbudowanego w podłoże na podstawie liczby załadowanych koszy lub łyżek kruszywa,
- rejestrację parametrów produkcyjnych kolumny w czasie rzeczywistym, pozwalającą na bieżące kontrolowanie przebiegu robót.

Sprzęt do wykonywania kolumn żwirowych musi być zaakceptowany przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru na podstawie obserwacji skuteczności wykonywania robót. W szczególności palownica do wykonywania kolumn żwirowych 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,
- godzina rozpoczęcia i zakończenia wykonywania kolumny,
- głębokość penetracji wibratora w podłoże, licząc od poziomu roboczego,
- natężenie prądu pobieranego przez wibrator w fazie penetracji i formowania trzonu kolumny żwirowej,
- drukowanie zestawienia zbiorczego wszystkich kolumn wykonanych na danej zmianie roboczej.

Ze względu na możliwe uszkodzenie czujników pomiarowych zakłada się, że sprawność zastosowanego systemu automatycznej rejestracji powinna umożliwić rejestrację co najmniej 80% wykonanych kolumn. Niezależnie od systemu automatycznej rejestracji operator maszyny musi dysponować urządzeniami kontrolnymi pozwalającymi na obserwację i sterowanie procesem wykonywania każdej kolumny nawet w przypadku awarii systemu automatycznego, co pozwala wyeliminować nieuzasadnione przerwy robót.

## **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 i składowanie kruszywa do wykonania kolumn żwirowych 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.

### **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 3m 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 zobowiązany jest do wykonania inwentaryzacji stanu technicznego istniejących budynków, budowli i obiektów infrastruktury sąsiadujących z terenem robót, będących w zasięgu drgań powstałych w trakcie wzmocnienia podłoża.



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.

Wykonawca odpowiada za ochronę instalacji na powierzchni terenu i urządzeń podziemnych zlokalizowanych na terenie prowadzenia robót, które zostały wykazane w dokumentacji dostarczonej przez Zamawiającego. Wykonawca zapewni właściwe oznaczenie i zabezpieczenie tych instalacji przed uszkodzeniem. W przypadku natrafienia w trakcie realizacji robót na nie zinwentaryzowane konstrukcje bądź urządzenia podziemne, należy niezwłocznie przerwać roboty, zabezpieczyć urządzenie oraz powiadomić o tym Inżyniera/Inspektora Nadzoru, a dalsze prace prowadzić dopiero po uzgodnieniu dalszego trybu postępowania.

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 odpowiednich 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 niezinwentaryzowanych instalacji podziemnych lub niewypałów należy przeprowadzić odpowiednie badania geofizyczne podłoża i wykonać odkrywki instalacji.

Wykonawca przystąpi do wykonywania wzmocnienia gruntu 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 żwirowych 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  $\pm 10$  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 technologicznym należy uwzględnić w obliczeniach nośności kolumn wpływ tarcia negatywnego z uwzględnieniem wpływu kolejności oraz rodzaju robót (np. osiadania podłoża generowane budową nasypów czy odwodnień).

W projekcie powinno znaleźć się m.in. uzasadnienie dobranego sprzętu, 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 żwirowych, 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,
- opis technologii i charakterystykę sprzętu do wykonania kolumn,
- specyfikację materiału (kruszywa) do wykonania kolumn,
- 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 żwirowych.

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

### **5.5. Technologia wykonania kolumn żwirowych**

Kolumny żwirowe należy wykonać w technologii wibrowymiany za pomocą wibratora wgłębnego z wewnętrznym podawaniem materiału, przy wspomaganie transportu kruszywa wewnątrz wibratora sprężonym powietrzem i zastosowaniu śluzu wlotowej.

Podawanie kruszywa odbywa się przez kosz zasypowy poruszający się wzdłuż maszty palownicy. W pierwszej fazie wibrator wypełnia się kruszywem i pogrąża w podłożu przy udziale wibracji i docisku maszyny podstawowej. Po osiągnięciu głębokości przewidzianej w projekcie następuje formowanie poszerzonej stopy z kruszywa w gruncie nośnym, przy czym podłożu rodzime doznaje dodatkowo wzmocnienia na skutek dogęszczenia (grunty sypkie) lub przyspieszonej konsolidacji (nawodnione grunty spoiste). W drugiej fazie następuje formowanie trzonu kolumny w obrębie gruntów słabych, wymagających wzmocnienia. W tym celu do wibratora wsypuje się od góry kruszywo przez specjalną śluzę. W trakcie podciągania wibratora do góry kruszywo wypływa spod ostrza wibratora przy udziale sprężonego powietrza i wypełnia przestrzeń zajętą wcześniej przez wibrator. Z kolei ponowne opuszczenie wibratora powoduje rozepchnięcie kruszywa na boki i zwiększenie efektywnej średnicy kolumny. Posuwisto zwrotny ruch wibratora kontynuowany jest na całej długości kolumny, aż do osiągnięcia poziomu roboczego. W trakcie formowania trzonu średnica kolumny żwirowej dostosowuje się do podatności bocznej gruntu i wynosi od około

0.6 do około 0.8 m, tzn. w gruntach słabych jest większa a gruntach bardziej wytrzymałych mniejsza. Maksymalny docisk pionowy przekazywany na wibrator wynosi około 150 kN.

Przy zastosowaniu typowego wibratora siła odśrodkowa powodująca rozpychanie gruntu w czasie wibrowania, wywołana obrotem masy zamocowanej ekscentrycznie w pobliżu końca wibratora, wynosi około  $160 \div 180$  kN a amplituda poziomych drgań wibratora osiąga około 7 do 10 mm. W specjalnych zastosowaniach istnieje możliwość użycia wibratorów o innej charakterystyce, dostosowanej do budowy wzmocnianego podłoża gruntowego. Rodzaj stosowanego sprzętu należy uzgodnić z Inżynierem/Inspektorem Nadzoru, tak aby zapewnić prawidłowe wykonanie wzmocnienia podłoża.

W trakcie formowania kolumny rejestruje się automatycznie, w funkcji czasu i głębokości, podstawowe parametry produkcyjne. Kontrola wykonania obejmuje ciągły zapis na rejestratorze parametrów opisanych w pkt. 3.2. Parametry te pozwalają na bieżące śledzenie i kontrolowanie wykonywanych robót.

Wykonawca jest zobowiązany do ciągłej kontroli warunków gruntowo – wodnych i porównywania ich z danymi zawartymi w Dokumentacji Projektowej oraz odpowiedniego dobrania sprzętu do wzmocnienia podłoża.

Jeżeli na terenie robót stwierdzi się występowanie urządzeń podziemnych nie przewidzianych w Dokumentacji Projektowej (urządzenia instalacyjne, wodociągowe, kanalizacyjne, ciepłne, gazowe, elektryczne, inne kablowe itp.), wówczas roboty należy wstrzymać, powiadomić o tym Inżyniera/Inspektora Nadzoru, a dalsze prace prowadzić dopiero po uzgodnieniu trybu postępowania z instytucjami sprawującymi nadzór nad tymi urządzeniami.

Po wykonaniu wzmocnienia, przed rozpoczęciem dalszych robót, Wykonawca zainstaluje stosowny system monitoringu przemieszczeń (repery talerzowe, inklinometry, profilometry). Następnie wykonać należy pomiar zerowy systemu monitoringu na danym obszarze, ponadto Wykonawca zinwentaryzuje geodezyjnie górną powierzchnię platformy roboczej. Pomiaru należy wykonać w przekrojach zgodnych z poprzeczkami zawartymi w dokumentacji projektowej (branża drogowa). W jednej poprzeczce należy wykonać przynajmniej 3 pomiary, w osi drogi oraz pod zewnętrznymi krawędziami nasypów. Gdy wzmocnienie gruntów wykonywane jest jedynie pod częścią nasypu drogowego, pomiary należy wykonać na jej krawędziach oraz w osi drogi. Wyniki wykonanych pomiarów geodezyjnych w postaci operatu należy dołączyć do dokumentacji zawierającej wyniki monitoringu przemieszczeń.

W przypadku konieczności wykonywania robót w okresie obniżonych temperatur, roboty te należy wykonywać w sposób określony w stosownych przepisach i wytycznych. Przez pojęcie "obniżonej temperatury" należy rozumieć temperaturę otoczenia niższą niż  $+5^{\circ}\text{C}$ .

W przypadku, gdy przewiduje to dokumentacja projektowa, ponad kolumnami należy wykonać materac zwieńczający oraz przeciążenie nadnasypem. Szczegóły podane są w dokumentacji projektowej oraz odpowiednich WWiORB.

## 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 budowli 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. Kontrola przygotowania do wykonania kolumn żwirowych**

Kontrola przygotowania do wykonania kolumn żwirowych obejmuje:

- Sprawdzenie przygotowania terenu i platformy roboczej oraz wyznaczenie i przekazanie do wiadomości Inżyniera/Inspektora Nadzoru rzędnej platformy roboczej, stanowiącej podstawę do określenia długości kolumn żwirowych zgodnie z punktem 7.
- Kruszywo przygotowane do wykonania kolumn żwirowych powinno być zgodne z wymaganiami określonymi w punkcie 2. Jakość i dostawa poszczególnych frakcji kruszywa musi być potwierdzona odpowiednimi świadectwami i dokumentami producenta.

- Badania składu granulometrycznego mieszanki kruszywa należy prowadzić nie rzadziej niż dwie próby przesiewu na każde 500 ton wbudowanego materiału.
- Wyrwkowa kontrola tyczenia kolumn w losowo wytypowanym rejonie sprawdzania (porównanie planu kolumn ze stanem wytyczonym).
- Wyrwkowa kontrola wskazań pomiaru głębokości penetracji wibratora w podłoże na podstawie porównania odczytu rejestratora z głębokością zmierzoną taśmą pomiarową wzdłuż rury prowadzącej wibratora.

### **6.8. Kontrola w czasie wykonywania kolumn żwirowych**

Kontrola w czasie wykonywania kolumn żwirowych obejmuje:

- W trakcie wykonywania kolumn należy automatycznie rejestrować w czasie rzeczywistym podstawowe parametry produkcyjne, w zakresie zgodnym z wymaganiami niniejszej specyfikacji, co pozwala na bieżącą ocenę procesu formowania wytypowanych kolumn. Rejestracją automatyczną należy objąć co najmniej 80% wszystkich wykonanych kolumn.
- Podczas formowania trzonu kolumny żwirowej szczytowy pobór prądu przez wibrator powinien wynosić nie mniej niż około 70A, a w rejonie stopy kolumny żwirowej przedłużonej do gruntów nośnych co najmniej 80A dla gruntów spoistych oraz 100A dla gruntów piaszczystych. Podane wartości natężenia prądu w czasie formowania trzonu i stopy kolumny żwirowej należy traktować jako parametry pomocnicze, które pozwalają na bieżącą i pośrednią ocenę wykonania kolumny na budowie. W przypadkach kiedy obserwuje się mniejsze natężenie prądu, należy powiadomić Projektanta w celu uzyskania jego stanowiska. W gruntach organicznych, zwłaszcza przy wykonywaniu kolumn w pierwszej siatce punktów, podstawowym kryterium dla prawidłowo formowanego trzonu jest objętość wbudowanego kruszywa a nie wskazania amperomierza ze względu na silny efekt rozpychania gruntu rodzimego na boki. Podane wartości natężenia prądu można dostosować do używanego sprzętu na poletkach próbnych - procedurę należy uzgodnić z Inżynierem/Inspektorem Nadzoru oraz Autorem Projektu.
- W przypadku zaobserwowania wysokich i powtarzalnych oporów penetracji wibratora w podłoże w określonym rejonie robót, przekraczających poziom 150A, dopuszcza się skrócenie długości kolumn żwirowych w stosunku do założeń projektowych. Decyzję o skróceniu kolumn podejmuje Inżynier/Inspektor Nadzoru (po zasięgnięciu opinii Autora Projektu) biorąc pod uwagę wyniki dodatkowych sondowań kontrolnych, które należy wykonać w przedmiotowym rejonie robót.
- Przybliżona kontrola zużycia kruszywa na podstawie liczby załadowanych koszy/łyżek o znanej objętości w celu sprawdzenia osiągnięcia zakładanej średnicy obliczeniowej kolumny żwirowej, która w gruntach organicznych i bardzo ściśliwych powinna wynosić co najmniej 70-80 cm a w pozostałych wzmocnianych gruntach mineralnych co najmniej 60 cm.
- Wyrwkowa kontrola liczby i układu kolumn wykonanych w wytypowanym rejonie sprawdzania (porównanie zestawienia wykonanych kolumn i dokumentacji rysunkowej prowadzonej przez operatora maszyny ze stanem rzeczywistym).

## 6.9. Kontrola wykonanych kolumn żwirowych

Kontrola wykonanych kolumn żwirowych obejmuje:

- Wykonanie każdej kolumny żwirowej 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 kruszywa.
- Przedstawienie metryki wykonania kolumny w formie rejestracji automatycznej, w zakresie zgodnym z wymaganiami niniejszej specyfikacji, przy czym rejestracją automatyczną należy objąć co najmniej 80% wszystkich wykonanych kolumn.
- Po wykonaniu kolumn żwirowych dla danego etapu robót należy przeprowadzić kontrolne sondowania dynamiczne dla sprawdzenia ich rzeczywistej długości, ciągłości trzonu oraz osiągniętego stopnia zagęszczenia. Punkt sondowania powinien się znajdować w odległości około 10 cm od środka kolumny. Badane kolumny powinny mieć automatyczny zapis formowania (wydruk z rejestratora) w celu zapewnienia możliwości skorelowania parametrów produkcyjnych z wynikami sondowania. Przewidziano wykonanie sondowań dynamicznych w liczbie co najmniej 1 na 100 szt. wykonanych kolumn żwirowych.
- Sondowania kontrolne należy wykonać nie wcześniej niż po upływie około 3÷7 dni od wykonania kolumn ze względu na konieczność dyssypacji ciśnienia porowego. Podany orientacyjnie czas dyssypacji zależy od aktualnej budowy podłoża i powinien być zweryfikowany doświadczalnie na budowie. W przypadku złych wyników zaleca się powtórzenie sondowań po upływie dłuższego czasu..
- Stopień zagęszczenia kolumny żwirowej powinien osiągnąć wartość  $ID \geq 0.40$ . Ocena stopnia zagęszczenia trzonu kolumny za pomocą sondowania dynamicznego jest utrudniona dla kolumn żwirowych wykonanych w gruntach organicznych lub bardzo ściśliwych ze względu na efekt rozpychania gruntu rodzimego na boki. W przypadkach rozbieżności wyników wiążącej interpretacji sondowań kontrolnych oraz oceny osiągniętego efektu wzmocnienia gruntu dokonuje Projektant wzmocnienia podłoża.
- Wyrwykową kontrolę liczby i lokalizacji kolumn. Dopuszczalne odchylenie położenia kolumny względem punktu teoretycznego nie powinno przekraczać 1/2 średnicy kolumny. Nie wymaga się geodezyjnej inwentaryzacji powykonawczej wszystkich kolumn, które stanowią elementy objętościowego wzmocnienia podłoża. Geodezyjnej inwentaryzacji należy poddać kolumny, dla których wykonuje się badanie zagęszczenia.
- Objętość kruszywa wbudowanego w podłoże powinna odpowiadać założonej średnicy obliczeniowej kolumn, która powinna wynosić co najmniej 70-80 cm w gruntach organicznych i bardzo ściśliwych oraz co najmniej 60 cm w pozostałych wzmocnianych gruntach mineralnych.

## 6.10. Uwagi dodatkowe

W trakcie prowadzenia robót ziemnych, budowlanych lub transportowych po wykonaniu kolumn żwirowych w danym etapie prac nie wolno dopuścić do ewentualnego uszkodzenia lub osłabienia górnej strefy kolumn żwirowych, polegającego na zmniejszeniu ich przekroju poprzecznego (np. przez wykopy, przepchnięcie poziome, itp.), zanieczyszczeniu gruntem spoistym/organicznym lub na rozluźnieniu gruntu.

W każdym przypadku bezpośrednio przed formowaniem na głowicach kolumn żwirowych warstwy nasypu lub przed ułożeniem geosyntetyku aktualna powierzchnia robocza powinna być zawsze powierzchniowo dogęszczona.

## **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 kolumny mierzy się od poziomu roboczego (górnego poziomu platformy roboczej) do rzeczywistego poziomu podstawy kolumny - określonej na podstawie zapisu z automatycznego rejestratora, w stosunku do co najmniej 80% kolumn, lub długości podawanej przez operatora palownicy, w stosunku do nie więcej niż 20% wykonanych kolumn.

Za podstawę obmiaru przyjmuje się sumaryczną liczbę metrów bieżących (mb) wykonanych kolumn żwirowych, wykazaną w odpowiednim zestawieniu zbiorczym.

## **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 kruszywa,
- Zapisy automatycznego urządzenia rejestrującego, obejmujące co najmniej 80% wszystkich wykonanych kolumn (w jednym egzemplarzu),
- Atesty i badania kruszywa,
- Badania stopnia zagęszczenia wykonanych kolumn,
- 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,
- stały nadzór geotechniczny, w zakres którego wchodzi czynności związane bieżącą kontrolą wykonywania robót zgodnie z wymaganiami określonymi w pkt 5 WWiORB oraz zapewnienie właściwej kontroli jakości zgodnie z pkt 6 WWiORB,
- zakup, przywiezienie i wbudowanie materiału przeznaczonego do wykonania kolumn,
- wykonanie (formowanie) kolumn o określonej średnicy i kierunku, do żądanej głębokości, wg przyjętej technologii i warunków gruntowo-wodnych,
- montaż, przemieszczanie w obrębie robót i demontaż sprzętu podstawowego i niezbędnych urządzeń towarzyszących,
- 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 cenie jednostkowej należy uwzględnić ewentualne dodatkowe zakresy wzmocnień, wynikające z lokalizacji dróg technologicznych, technologii budowy itp. W przypadku, gdy poziom wzmocnienia podłoża wykonany będzie niżej, niż jest to określone w Dokumentacji Projektowej (Projekt Wykonawczy), to Wykonawca uzupełni grunt do tego poziomu bez dodatkowej zapłaty.

### 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-EN 14731 „Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych - Wzmacnianie gruntu metodą wibrowania wgłębnego”.
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-B-04452:2002 „Geotechnika - Badania polowe”.
5. PN-88/B-04481 „Grunty budowlane. Badania próbek gruntu”.
6. PN-EN 13242 Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym.
7. PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania
8. PN-EN 1097-2 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw -- Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie
9. PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw - Część 1: Analiza chemiczna
10. PN-EN 1097-6 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw -- Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości.
11. PN-EN 1367-1 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 1: Oznaczanie mrozoodporności

### 10.2. Inne dokumenty

1. Wytyczne wzmacniania 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.