

SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA

D.02.04.01

45233000-9

WZMOCNIENIE PODŁOŻA GRUNTOWEGO METODĄ WIBROWYMIANY GRUNTU (KOLUMNAMI Z KRUSZYWA)

**CPV: Roboty w zakresie konstruowania, fundamentowania
oraz wykonywania nawierzchni autostrad, dróg**

1. Wstęp

1.1. Przedmiot SST

Przedmiotem niniejszej ogólnej specyfikacji technicznej (SST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych ze wzmocnieniem słabonośnego, ściśliwego podłoża gruntowego pod planowane obiekty mostowe i nasypy drogowe w ciągu obwodnicy śródmiejskiej miasta Piły, w dolinie rzeki Gwdy (w kilometrażu od około 2+650 do około 3+050 planowanej obwodnicy).

1.2. Zakres stosowania SST

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

1.3. Zakres robót objętych SST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem i odbiorem wzmocnienia podłoża gruntowego metodą częściowej wymiany i wibroflotacji, kolumnami KSS oraz kolumnami DSM, wraz z zastosowaniem krótkotrwałego przeciążenia.. Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą:

- wykonania platformy roboczej - nasypu z mieszanki lub żwiru o grubości 40 cm na rzucie podpór,
- wbicia i wyciągnięcia stalowej ścianki szczelnej,
- wbicia stalowej ścianki szczelnej z pozostawieniem,
- wykonania kolumn w technologii KSS o długości od 5,5 do 14 m,
- wykonania kolumn w technologii DSM o długości 7,5 m,
- wykonania kolumn w technologii WIBRO o długości 5,5 m metodą wibroflotacji,
- wymiany gruntów pod wodą - wykop z transportem na skład Wykonawcy i nasyp z dokopu
- betonowanie pod wodą "korcka" betonowego (B20) z wypompowaniem wody po zabetonowaniu
- wykonania tymczasowego nasypu z gruntu z dokopu z zagęszczeniem, pomiarami osiadań i rozebraniem i transportem gruntu na odkład Wykonawcy (przeciążenie)

1.4. Określenia podstawowe

1.4.1. Wzmocnienie podłoża - trwałe nadanie podłożu gruntowemu właściwości zwiększających jego nośność, przyspieszających osiadanie oraz zmniejszających odkształcalność i wrażliwość na wpływ czynników atmosferycznych.

1.4.2. Wibrowymiana gruntu - wzmocnienie słabego podłoża kolumnami z kamienia lub żwiru, „zbrojącymi” i drenującymi grunt, formowanymi przez wibrator.

1.4.3. Kolumny z kruszywa wzmacniające słabe podłoża - „słupy” formowane w podłożu przez wibrator wgłębny, który za pomocą rury podaje kruszywo do wykonanego otworu.

1.4.4. Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi, polskimi normami i z definicjami podanymi w SST D-00.00.00 "Wymagania ogólne" [1] pkt

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w SST D-00.00.00 "Wymagania ogólne" [1] pkt 1.5.

2. Materiały

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 2.

2.2. Materiały do wykonania robót

2.2.1. Zgodność materiałów z dokumentacją projektową

Materiały do wykonania kolumn z kruszywa powinny być zgodne z ustaleniami dokumentacji projektowej.

2.2.2. Stosowane materiały

Przy wzmacnianiu słabego podłoża metodą wibrowymiany gruntu można stosować, w procesie wymiany słabego gruntu na kolumny z kruszywa, następujące materiały:

Wymianę gruntów organicznych na nasyp budowlany należy prowadzić „pod wodą”, wybierając grunty organiczne i zastępując kwalifikowanym kruszywem piaskowym (piasek średni, piasek gruby lub pospółka, spełniający warunek: $d_5 > 0,05$ mm; kruszywo musi być podatne na zagęszczanie wibroflotem, tj. pozbawione frakcji ilowej i zawierające nie więcej niż 5% frakcji pyłowej)

Zaprojektowano kolumny KSS – wykonywane wibroflotem śluzowym o średnicy około 40÷50 cm – o rzeczywistej średnicy około 60÷80 cm (średnica formowanych kolumn jest zawsze uzależniona od parametrów wzmacnianego ośrodka i zostaje ostatecznie określona – zweryfikowana przez wykonawcę na etapie wykonywania prac wzmacniających podłoże). Kolumny należy wykonać z kwalifikowanego kruszywa naturalnego: pospółki lub żwiru o następujących parametrach: $d_5 > 0,05$ mm; $d_{50} > 0,50$ mm; $d_{70} > 2,00$ mm.

Zaprojektowano kolumny DSM o średnicy 80 cm (nominalna średnica urządzenia wiertniczego). Materiał kolumn: rodzime grunty wraz z materiałem wcześniej wykonanych kolumn KSS (żwir lub pospółka) w proporcjach (około) 2:1 oraz z zaczynem cementowym (około 300 kg cementu/m³ uformowanej kolumny). Parametry cementogruntu: $R_{b, \min} \geq 2,5$ MPa.

Materiały kamienne powinny odpowiadać wymaganiom dla kruszyw stosowanych w drogownictwie, powinny być trwałe i odporne na kontakty z gruntem. Uziarnienie materiału kamiennego powinno być dostosowane do rodzaju sprzętu i wymiarów otworów w gruncie.

Składowanie kruszywa powinno się odbywać w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem i zmieszaniem z innymi asortymentami kruszywa lub jego frakcjami.

Geosyntetyki powinny odpowiadać wymaganiom określonym w SST D-02.01.02. Właściwości innych materiałów powinny być określone indywidualnie i zaakceptowane przez Inżyniera.

3. Sprzęt

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 3.

3.2. Sprzęt stosowany do wykonania robót

Przy wykonywaniu wzmocnienia i stabilizacji podłoża gruntowego metodą formowania kolumn Wykonawca, w zależności od potrzeb, powinien wykazać się możliwością korzystania ze sprzętu dostosowanego do przyjętej metody robót:

- wibratora wglębnego z rurą do rdzeniowego podawania kruszywa,
- wibroflota słuzowego o średnicy około 40÷50 cm,
- dźwigu lub żurawia,
- pompy, sprężarki,
- ew. sprzętu do robót ziemnych, jak walców, zagęszczarek, płyt wibracyjnych itp.

Zaleca się aby sprzęt do formowania kolumn w podłożu gruntowym był wyposażony w urządzenie rejestrujące parametry procesu wykonywania robót. Otrzymywany wydruk stanowi metrykę kolumny. Sprzęt powinien odpowiadać wymaganiom określonym w dokumentacji projektowej lub instrukcji producenta i powinien być zaakceptowany przez Inżyniera.

4. Transport

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w SST D -00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 4.

4.2. Transport materiałów

Materiały kamienne (kruszywa) można przewozić dowolnymi środkami transportu, w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi materiałami i nadmiernym zawilgoceniem. Geosyntetyki powinny być transportowane zgodnie z wymaganiami określonymi w SST D-02.01.02.

5. wykonanie robót

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 5.

5.2. Zasady wykonywania robót

Konstrukcja i sposób wykonania robót powinny być zgodne z dokumentacją projektową i SST. W przypadku braku wystarczających danych można korzystać z ustaleń podanych w niniejszej specyfikacji.

Podstawowe czynności przy wykonywaniu robót obejmują:

Posadowienie mostu MG1:

1. Wykonanie tymczasowych stalowych ścianek szczelnych G-62, lub równoważnych (dopuszcza się zastosowanie innych profili stalowych o parametrach nie niższych niż profile G-62) przy fundamentach F1/2 oraz F1/3 – podpór pośrednich mostu MG1, w celu powiększenia platformy roboczej i umożliwienia wjazdu ciężkiego sprzętu specjalistycznego w rejon brzegów rzeki Gwdy.
2. Wykonanie wymiany gruntu w obrębie podpory i nasypu przed przyczółkiem F1/1 do rzędnej 57,00 m n.p.m. oraz w obrębie podpory i nasypu za przyczółkiem F1/4, od rzędnej 56,5 m n.p.m. do rzędnej opisanej szczegółowo w projekcie posadowienia nasypów. Wymianę wykonać – w przypadku takiej konieczności – po dokonaniu geotechnicznego odbioru podłoża. Wymiana „pod wodą” gruntów organicznych na nasyp piaskowo – żwirowy (parametry gruntu nasypowego: piasek średni, piasek gruby lub pospółka, spełniający warunek: $d_{50} > 0,05$ mm; kruszywo musi być podatne na zagęszczanie wibroflotem, pozbawione frakcji ilowej i zawierające nie więcej niż 5% frakcji pyłowej).
3. Wykonanie platformy roboczej na rzędnej 56,5 m n.p.m. w obrębie podpór F1/2; F1/3; F1/4 oraz na rzędnej 57,00 m n.p.m. w obrębie podpory F1/1.
4. Wbicie ścianki szczelnej G-62 lub równoważnej (dopuszcza się zastosowanie innych profili stalowych o parametrach nie niższych niż profile G-62) „traconej”, wygradzającej wszystkie cztery fundamenty mostu MG1. Dla podpory F1/1 poziom „góry” ścianki: 57,00 m n.p.m.; poziom „dołu”: 53,00 m n.p.m. Dla podpory F1/2 poziom „góry” ścianki: 56,50 m n.p.m.; poziom „dołu”: 47,50 m n.p.m. Dla podpory F1/3 poziom „góry” ścianki: 56,50 m n.p.m.; poziom „dołu”: 49,50 m n.p.m. Dla przyczółka F1/4 poziom „góry” ścianki: 56,50 m n.p.m.; poziom „dołu”: 50,50 m n.p.m.

5. Wykonanie lokalnej wymiany gruntu w obrębie fundamentu F1/4, na obszarze wygradzonym ścianką szczelną; od rzędnej 56,5 do około 53,2 m n.p.m. (do spagu miękkoplastycznych / płynnych osadów organicznych). Rodzime grunty organiczne należy wymienić na grunt piaszczysty (piasek średni lub gruby). Wymianę wykonywać „pod wodą”, utrzymując poziom wody wewnątrz wykopu około 56,0÷56,5 m n.p.m.
6. Wykonanie wzmocnienia wglębnego – kolumn żwirowych KSS od poziomu platformy roboczej do rzędnych określonych w punkcie 6.1. powyżej i na rysunkach konstrukcyjnych.
Kolumny KSS o rzeczywistej średnicy około 60÷80 cm należy wykonać wibroflotem śluzowym o średnicy około 40÷50 cm – (średnica formowanych kolumn jest zawsze uzależniona od parametrów wzmocnianego ośrodka i zostaje ostatecznie określona – zweryfikowana przez wykonawcę na etapie wykonywania prac wzmocniających podłoże). Kolumny należy wykonać z kwalifikowanego kruszywa naturalnego: pospółki lub żwiru o następujących parametrach uziarnienia: $d_5 > 0,05$ mm; $d_{50} > 0,50$ mm; $d_{70} > 2,00$ mm. Kolumny należy zagęścić do osiągnięcia żądanych parametrów wytrzymałościowych ($I_{D(śr.)} \geq 0,60$).
Uwaga: górne partie kolumn (pomiędzy rzędną 56,50 a około 55,0 m n.p.m.), które zostaną usunięte w dalszym etapie prac – nie muszą być zagęszczone. Kolumny – w części konstrukcyjnej, poniżej rzędnej 55,0 m n.p.m. muszą być wykonane z kwalifikowanego kruszywa i zagęszczone do $I_{D(śr.)} \geq 0,60$.
7. Wykonanie wzmocnienia wglębnego – kolumn cementogruntowych DSM –wet. Kolumny DSM wykonać z materiału istniejącego oraz materiału wprowadzonego przy formowaniu kolumn KSS. Stosunek użytych materiałów (grunt rodzimy i żwir/pospółka) winien wynosić około 2:1 Parametry cementogruntu: $R_{b, \min} \geq 2,5$ MPa. Kolumny DSM należy wykonać w siatce kwadratowej 0,80 x 0,80 m. Ilość kolumn oraz usytuowanie wykonać zgodnie z oznaczeniem w punkcie 6.1. powyżej i na rysunkach konstrukcyjnych.
8. Wykonanie wykopu „pod wodą” w obrębie wygradzonym ściankami szczelnymi, pod wszystkie fundamenty, do rzędnych określonych w punkcie 6.1. powyżej i na rysunkach konstrukcyjnych.
9. ~~Betonowanie pod wodą „korca” betonowego (B15) do rzędnych określonych w punkcie 6.1. powyżej i na rysunkach konstrukcyjnych, tj. 55,30 m n.p.m. dla przyczółków oraz 52,50 m n.p.m. dla podpór pośrednich.~~
9. **Betonowanie pod wodą korca betonowego (B20) do rzędnych określonych w punkcie 6.1 powyżej i na rysunkach konstrukcyjnych, tj. 55,30 - 55,80 m n.p.m.**
10. Obniżenie zwierciadła wody gruntowej wewnątrz wykopów wygradzonych ściankami szczelnymi – sponpowanie wody znad korka.
11. Wykonanie stóp fundamentowych: zbrojenie, betonowanie; (wg odrębnego opracowania projektowego).
12. Wykonanie słupów podpór i ścian przyczółków; założenie stałych reperów obserwacyjnych na słupach (ścianach przyczółków) – po dwa na podporę (fundament).
13. Geodezyjny pomiar „0”. Dalsze pomiary: dwa razy w miesiącu.
14. Wykonanie nasypów przy przyczółkach. Uwaga: nasypy przy przyczółkach z gruntu zbrojonego, w celu eliminacji parcia gruntu na podpory (należy zastosować geosiatkę o parametrach wytrzymałościowych min. 50*50 kN/m).
15. Tymczasowe przeciążenie nasypu – wg opisu w punkcie 9.
16. Usunięcie obciążenia przeciążającego nasyp. Dalsze prace budowlane; (wg odrębnego opracowania projektowego).
17. Dalsze pomiary geodezyjne (przez cały czas realizacji inwestycji; 1 raz w miesiącu).

Posadowienie estakady EG2:

1. Wykonanie wymiany gruntu (w obrębie obu nasypów pomiędzy estakadą EG2 a mostami MG1 i MG2, od na rzędnej 56,5 m n.p.m. do rzędnej opisanej szczegółowo w projekcie posadowienia nasypów) pod przyczółkami estakady F2/1 oraz F2/5. Wymiana „pod wodą” gruntów organicznych na nasyp piaskowo – żwirowy (parametry gruntu nasypowego: piasek średni, piasek gruby lub pospółka, spełniający warunek: $d_5 > 0,05$ mm; kruszywo musi być podatne na zagęszczanie wibroflotem, pozbawione frakcji ilowej i zawierające nie więcej niż 5% frakcji pyłowej).
2. Wykonanie platformy roboczej (w obrębie obu nasypów pomiędzy estakadą EG2 a mostami MG1 i MG2) oraz w rejonie podpór pośrednich, na rzędnej 56,5 m n.p.m.
3. Wbicie „traconej” ścianki szczelnej G-62 lub równoważnej (dopuszcza się zastosowanie innych profili stalowych o parametrach nie niższych niż profile G-62), wygradzającej wszystkie pięć fundamentów estakady. Poziom „góry” ścianki: 56,50 m n.p.m.; poziom „dołu”: 52,50 m n.p.m.

4. Wykonanie lokalnej wymiany gruntu w obrębie fundamentów F2/2 F2/3 F2/4, na obszarze wygrodzonym ścianką szczelną; od rzędnej 56,5 do około 54,0 m n.p.m. (do spagu miękkoplastycznych / płynnych osadów organicznych). Rodzime grunty organiczne należy wymienić na grunt piaszczysty (piasek średni lub gruby). Wymianę wykonywać „pod wodą”, utrzymując poziom wody wewnątrz wykopu około 56,0÷56,5 m n.p.m.
5. Wykonanie wzmocnienia wglębnego – kolumn żwirowych KSS od poziomu platformy roboczej do rzędnych określonych w punkcie 7.1. powyżej i na rysunkach konstrukcyjnych.
Kolumny KSS o rzeczywistej średnicy około 60÷80 cm należy wykonać wibroflotem śluzowym o średnicy około 40÷50 cm (średnica formowanych kolumn jest zawsze uzależniona od parametrów wzmocnianego ośrodka i zostaje ostatecznie określona – zweryfikowana przez wykonawcę na etapie wykonywania prac wzmocniających podłoże). Kolumny należy wykonać z kwalifikowanego kruszywa naturalnego: pospółki lub żwiru o następujących parametrach uziarnienia: $d_5 > 0,05$ mm; $d_{50} > 0,50$ mm; $d_{70} > 2,00$ mm. Kolumny należy zagęścić do osiągnięcia żądanych parametrów wytrzymałościowych ($I_{D(śr.)} \geq 0,60$).
Uwaga: górne partie kolumn (pomiędzy rzędną 56,50 a około 55,0 m n.p.m.), które zostaną usunięte w dalszym etapie prac – nie muszą być zagęszczone. Kolumny – w części konstrukcyjnej, poniżej rzędnej 55,0 m n.p.m. muszą być wykonane z kwalifikowanego kruszywa i zagęszczone do $I_{D(śr.)} \geq 0,60$.
6. Wykonanie wykopu „pod wodą” w obrębie wygrodzonym ściankami szczelnymi, pod wszystkie fundamenty, do rzędnych określonych w punkcie 7.1. powyżej i na rysunkach konstrukcyjnych, tj. 54,80 m n.p.m.
7. ~~Betonowanie pod wodą „korka” betonowego (B15) do rzędnych określonych w punkcie 7.1. powyżej i na rysunkach konstrukcyjnych, tj. 55,30 m n.p.m.~~
Betonowanie pod wodą korka betonowego (B20) do rzędnych określonych w punkcie 7.1 powyżej i na rysunkach konstrukcyjnych, tj. 55,30 m n.p.m.
8. Obniżenie zwierciadła wody gruntowej wewnątrz wykopów wygrodzonych ściankami szczelnymi – spompowanie wody z nad korka betonowego.
9. Wykonanie stóp fundamentowych: zbrojenie, betonowanie; (wg odrębnego opracowania projektowego).
10. Wykonanie słupów podpór i ścian przyczółków; założenie stałych reperów obserwacyjnych na słupach (ścianach przyczółków) – po dwa na podporę(fundament).
11. Geodezyjny pomiar „0”. Dalsze pomiary: dwa razy w miesiącu.
12. Wykonanie nasypów przy przyczółkach. Uwaga: nasypy przy przyczółkach z gruntu zbrojonego, w celu eliminacji parcia gruntu na podpory (należy zastosować geosiatkę o parametrach wytrzymałościowych min. 50*50 kN/m).
13. Tymczasowe przeciążenie nasypu – wg opisu w punkcie 9.
14. Usunięcie obciążenia przeciążającego nasyp. Dalsze prace budowlane; (wg odrębnego opracowania projektowego).
15. Dalsze pomiary geodezyjne (przez cały czas realizacji inwestycji; 1 raz w miesiącu).

Posadowienie mostu MG3:

1. Wykonanie wymiany gruntu (w obrębie nasypu pomiędzy estakadą EG2 a mostem MG2, od rzędnej 56,5 m n.p.m. do rzędnej opisanej szczegółowo w projekcie posadowienia nasypów) pod przyczółkiem mostu: F3/1. Wymiana „pod wodą” gruntów organicznych na nasyp piaszkowo – żwirowy (parametry gruntu nasypowego: piasek średni, piasek gruby lub pospółka, spełniający warunek: $d_5 > 0,05$ mm; kruszywo musi być podatne na zagęszczanie wibroflotem, pozbawione frakcji ilowej i zawierające nie więcej niż 5% frakcji pyłowej).

2. Wykonanie platformy roboczej (w obrębie obu nasypów pomiędzy estakadą EG2 a mostem MG2), na rzędnej 56,5 m n.p.m.
3. Wbicie „traconey” ścianki szczelnej G-62 lub równoważnej (dopuszcza się zastosowanie innych profili stalowych o parametrach nie niższych niż profile G-62) wygradzającej obydwie fundamenty mostu. Poziom „góry” ścianki: 56,50 m n.p.m.; poziom „dołu”: 50,50 m n.p.m.
4. Wykonanie wzmocnienia wglębno – kolumn żwirowych KSS od poziomu platformy roboczej do rzędnych określonych w punkcie 8.1. powyżej i na rysunkach konstrukcyjnych.
Kolumny KSS o rzeczywistej średnicy około 60÷80 cm należy wykonać wibroflotem śluzowym o średnicy około 40÷50 cm (średnica formowanych kolumn jest zawsze uzależniona od parametrów wzmocnianego ośrodka i zostaje ostatecznie określona – zweryfikowana przez wykonawcę na etapie wykonywania prac wzmocniających podłoże). Kolumny należy wykonać z kwalifikowanego kruszywa naturalnego: pospółki lub żwiru o następujących parametrach uziarnienia: $d_5 > 0,05$ mm; $d_{50} > 0,50$ mm; $d_{70} > 2,00$ mm. Kolumny należy zagęścić do osiągnięcia żądanych parametrów wytrzymałościowych ($I_{D(śr.)} \geq 0,60$).
Uwaga: górne partie kolumn (pomiędzy rzędną 56,50 a około 54,8 m n.p.m.), które zostaną usunięte w dalszym etapie prac – nie muszą być zagęszczone. Kolumny – w części konstrukcyjnej, poniżej rzędnej 54,8 m n.p.m. muszą być wykonane z kwalifikowanego kruszywa i zagęszczone do $I_{D(śr.)} \geq 0,60$.
5. Wykonanie wykopu „pod wodą” w obrębie wygradzonymi ściankami szczelnymi, pod obydwie fundamenty przyczółków, do rzędnych określonych w punkcie 8.1. powyżej i na rysunkach konstrukcyjnych, tj. 54,50 m n.p.m.
6. ~~Betonowanie pod wodą „korka” betonowego (B15) do rzędnych określonych w punkcie 8.1. powyżej i na rysunkach konstrukcyjnych, tj. 55,00 m n.p.m.~~
Betonowanie pod wodą korka betonowego (B20) do rzędnych określonych w punkcie 8.1 powyżej i na rysunkach konstrukcyjnych, tj. 55,00 m n.p.m.
7. Obniżenie zwierciadła wody gruntowej wewnątrz wykopów wygradzonymi ściankami szczelnymi – spompowanie wody z nad korka betonowego.
8. Wykonanie stóp fundamentowych przyczółków: zbrojenie, betonowanie; (wg odrębnego opracowania projektowego).
9. Wykonanie pionowych ścian przyczółków; założenie stałych reperów obserwacyjnych na ścianach przyczółków – po dwa na podporę (fundament).
10. Geodezyjny pomiar „0”. Dalsze pomiary: dwa razy w miesiącu.
11. Wykonanie nasypów przy przyczółkach. Uwaga: nasypy przy przyczółkach z gruntu zbrojonego, w celu eliminacji parcia gruntu na podpory (należy zastosować geosiatkę o parametrach wytrzymałościowych min. 50*50 kN/m).
12. Tymczasowe przeciążenie nasypu – wg opisu w punkcie 9.
13. Usunięcie obciążenia przeciążającego nasyp. Dalsze prace budowlane; (wg odrębnego opracowania projektowego).
14. Dalsze pomiary geodezyjne (przez cały czas realizacji inwestycji; 1 raz w miesiącu).

Posadowienie nasypów drogowych pomiędzy estakadą a mostami:

1. Wykonanie wymiany gruntu (w obrębie nasypów: pomiędzy mostem MG1 i estakadą EG2 oraz pomiędzy estakadą EG2 a mostem MG3, od na rzędnej 56,5 m n.p.m. do rzędnej opisanej szczegółowo w projekcie posadowienia nasypów, w tym pod przyczółkami mostów i estakady: F1/4, F2/1, F2/5, F3/1). Wymiana „pod wodą” gruntów organicznych na nasyp piaskowo – żwirowy (parametry gruntu nasypowego: piasek średni, piasek gruby lub pospółka, spełniający warunek: $d_5 > 0,05$ mm; kruszywo musi być podatne na zagęszczanie wibroflotem, pozbawione frakcji ilowej i zawierające nie więcej niż 5% frakcji pyłowej).

2. Wykonanie platformy roboczej (w obrębie obu nasypów pomiędzy estakadą EG2 a mostem MG2), na rzędnej 56,5 m n.p.m.
3. Wbicie „traconey” ścianki szczelnej G-62 lub równoważnej (dopuszcza się zastosowanie innych profili stalowych o parametrach nie niższych niż profile G-62), wygradzającej fundamenty przyczółków mostów MG1 MG3 oraz estakady EG2. (Szczegóły: patrz: punkty 6.2., 7.2., 8.2. projektu).
4. Wykonanie wzmocnienia wglębnego – kolumn żwirowych KSS od poziomu platformy roboczej do rzędnych określonych w punkcie 9.1. powyżej i na rysunkach konstrukcyjnych.

Kolumny KSS o rzeczywistej średnicy około 60÷80 cm należy wykonać wibroflotem śluzowym o średnicy około 40÷50 cm (średnica formowanych kolumn jest zawsze uzależniona od parametrów wzmocnianego ośrodka i zostaje ostatecznie określona – zweryfikowana przez wykonawcę na etapie wykonywania prac wzmocniających podłoże). Kolumny należy wykonać z kwalifikowanego kruszywa naturalnego: pospółki lub żwiru o następujących parametrach (uziarnieniu): $d_5 > 0,05$ mm; $d_{50} > 0,50$ mm; $d_{70} > 2,00$ mm. Kolumny należy zagęścić do osiągnięcia żądanych parametrów wytrzymałościowych ($I_{D(śr.)} \geq 0,60$).

Wykonanie wzmocnienia wglębnego VIBRO metodą wibroflotacji (wibroflotem gwarantującym uzyskanie żądanego zagęszczenia nasypu i podłoża). Projektuje się zagęszczenie podłoża:

w zakresie rzędnych 51,0 ÷ 53,0 $I_{D(śr.)} \geq 0,50$

w zakresie rzędnych 53,0 ÷ 56,0 $I_{D(śr.)} \geq 0,60$

powyżej rzędnej 56,0 nasyp zostanie dodatkowo dogęszczony przy budowie nasypu drogowego

5. Wykonanie robót budowlanych przy przyczółkach obiektów mostowych.
6. Zainstalowanie reperów geodezyjnych (po trzy na obszarze nasypów pomiędzy obiektami mostowymi), wglębnych, na poziomie 56,50 m n.p.m. (celem monitorowania geodezyjnego osiadań podłoża obciążonego nasypami). Pomiar „0”.
7. Wykonanie robót ziemnych – uformowanie nasypów drogowego (wg odrębnego opracowania). wraz z przeciążeniem (projektuje się wykonanie nasypu o wysokości 1,5 m ponad projektowaną niweletę i przeciążenie przez okres 2 miesięcy).

Uwaga 1: nasyp drogowy przy przyczółkach musi być zbrojony, celem redukcji – zlikwidowania parcia gruntu na przyczółki (należy zastosować geosiatkę o parametrach wytrzymałościowych min. 50*50 kN/m).

Uwaga 2.: Należy założyć po trzy repery tymczasowe (na stropie nasypów) w sąsiedztwie stałych reperów wglębnych, celem obserwacji osiadań nasypu drogowego; repery te należy zdemontować równocześnie z likwidacją nasypu przeciążającego.

Uwaga 3: dalsze pomiary geodezyjne w trakcie formowania nasypu: co 14 dni

8. Dalsze roboty budowlane, drogowe, wg odrębnego opracowania projektowego.
9. Dalsze pomiary geodezyjne (przez cały czas realizacji inwestycji; 1 raz w miesiącu).

Uwagi dotyczące robót specjalistycznych (wspólne dla wszystkich obiektów):

1. Wymianę gruntów organicznych na nasyp budowlany należy prowadzić „pod wodą”, wybierając grunty organiczne i zastępując kwalifikowanym kruszywem piaskowym (piasek średni, piasek gruby lub pospółka, spełniający warunek: $d_5 > 0,05$ mm; kruszywo musi być podatne na zagęszczanie wibroflotem, tj. pozbawione frakcji ilowej i zawierające nie więcej niż 5% frakcji pyłowej). Skuteczność usunięcia gruntów organicznych należy sprawdzić wierceniami penetracyjnymi, w ilości nie mniejszej niż 1 wiercenie na 250 m² wzmocnionej powierzchni. Nasyp piaskowy uformowany – usypany w wodzie, wraz z górnymi partiami rodzimych piasków należy wzmocnić – zagęścić metodą wibroflotacji. Skuteczność

- wibroflotacji należy sprawdzić sondowaniami kontrolnymi, w ilości nie mniejszej niż 1 sondowanie (dynamiczne lub statyczne) na około 250 m² powierzchni wzmocnionego obszaru.
2. Zaprojektowano kolumny KSS – wykonywane wibroflotem śluzowym o średnicy około 40÷50 cm – o rzeczywistej średnicy około 60÷80 cm (średnica formowanych kolumn jest zawsze uzależniona od parametrów wzmocnianego ośrodka i zostaje ostatecznie określona – zweryfikowana przez wykonawcę na etapie wykonywania prac wzmocniających podłoże). Kolumny należy wykonać z kwalifikowanego kruszywa naturalnego: pospółki lub żwiru o następujących parametrach: $d_5 > 0,05$ mm; $d_{50} > 0,50$ mm; $d_{70} > 2,00$ mm. Liczba kolumn oraz siatka geometryczna, w której kolumny zostaną wykonane, została zaprojektowana przyjmując jako podstawowe kryterium optymalizacji ograniczenie i ujednoczenie osiadań. Wymóg ujednoczenia osiadań jest bardzo istotny dla fundamentów poszczególnych obiektów mostowych. Wymóg redukcji osiadań jest także istotny dla nasypu w rejonie przyczółków mostowych. Poprawność wykonania (jakość zagęszczenia) kolumn należy sprawdzić (niezależnie od wykonania przez wykonawcę metryk poszczególnych kolumn) poprzez sondowanie (dynamiczne lub statyczne). Należy wykonać minimum 4 sondowania w kolumnach pod każdą podporą i nie mniej niż 3 sondowanie na 100 wykonanych kolumn pod nasypami.
 3. Zaprojektowano kolumny DSM o średnicy 80 cm (nominalna średnica urządzenia wiertniczego). Materiał kolumn: rodzime grunty wraz z materiałem wcześniej wykonanych kolumn KSS (żwir lub pospółka) w proporcjach (około) 2:1 oraz z zaczynem cementowym (około 300 kg cementu/m³ uformowanej kolumny). Parametry cementogruntu: $R_{b \text{ min.}} \geq 2,5$ MPa. Kontrolę jakości materiału kolumn DSM należy wykonać poprzez sprawdzenie wytrzymałości na ściskanie 28-dniowych próbek cementogruntu. Należy wykonać minimum 1 serię badań (4 próbki w serii) na każde rozpoczęte 50 kolumn DSM.
 4. Stalowe ścianki szczelne typu Larssen zaprojektowano jako stałe – „tracone”. Ścianki należy wwibrować w podłoże przed wykonaniem wibrowymiany, przy czym „górną” ścianki winna być zlokalizowana na rzędnej platform roboczych (56,50 oraz 57,5 m n.p.m.). Ścianki mają na celu umożliwienie wykonywania robót ziemnych – wykopów pod ławy fundamentowe poszczególnych podpór mostów i estakady bez obniżania zwierciadła wód gruntowych, równocześnie pozostawione ścianki szczelne zabezpieczą górne partie wzmocnionego kolumnami KSS podłoża przed ewentualnym rozmyciem lub rozluźnieniem.
 5. Zaprojektowane przeciążenie ma na celu doprowadzenie do realizacji osiadań w czasie budowy (w czasie trwania przeciążenia), tj. przed wykonaniem układów poziomych mostów i estakady.

Uwaga: Wszystkie prace związane z wymianą gruntów organicznych należy prowadzić pod ścisłym nadzorem osób do tego uprawnionych. Przewiduje się, że wszystkie roboty specjalistyczne oraz poprzedzające je roboty ziemne (formowanie platformy roboczej) zostaną wykonane przy niskim stanie wód w rzece Gwdzie (tj. nie wyższym niż 56,0 m n.p.m. – stany takie zanotowano m.in. w czasie wykonywania badań geotechnicznych, w lutym i marcu 2004 r.).

5.3. Roboty przygotowawcze

Przed przystąpieniem do robót należy, na podstawie dokumentacji projektowej, SST lub wskazań Inżyniera:

- ustalić lokalizację terenu robót,

- przeprowadzić obliczenia i pomiary geodezyjne niezbędne do szczegółowego wytyczenia robót oraz ustalenia danych wysokościowych,
- usunąć przeszkody, np. drzewa, krzaki, obiekty, elementy dróg, ogrodzeń, bloki skalne, kamienie, itd.,
- oznaczyć miejsca formowania kolumn,
- wykonać prace udostępniające teren robót.

Do prac udostępniających teren robót mogą należeć: doprowadzenie dróg i wyrównanie terenu. Na gruntach bagnistych teren budowy należy przygotować tak, aby był możliwy wjazd maszyn i pojazdów, np. przez wykonanie nasypu z gruntu przepuszczalnego (ew. układanego na warstwie z geosyntetyków). Po umożliwieniu wjazdu maszyn można przystąpić do makroniwelacji terenu, w ramach której należy zapewnić sprawne odprowadzenie wód powierzchniowych i gruntowych. W przypadkach niezbędnych, należy przewidzieć wcześniejsze osuszenie lub odwodnienie terenu.

Przy robotach przygotowawczych zaleca się korzystanie w zakresie niezbędnym do zakresu zadań z:

- SST D-01.00.00, przy robotach geodezyjnych, usunięciu przeszkód i rozbiórce obiektów,
- SST D-02.00.00, przy robotach ziemnych,
- SST D-02.01.02, przy układaniu geosyntetyków.

5.4. Roboty metodą wibrowymiany gruntu

W metodzie wibrowymiany stosuje się zwykle wibrator wgłębny zaakceptowany przez Inżyniera, z rurą do rdzeniowego podawania kruszywa do dna otworu. Aby uniknąć rozplukiwania podłoża wibrator jest zagłębiany bez tłoczenia wody, a przy wyciąganiu tłoczy się sprężone powietrze, co zapobiega zasysaniu się wibratora w otworze. Zagłębianie może być wspomagane przez dodatkowy nacisk maszyny (dźwig lub żuraw). Po uzyskaniu wymaganej głębokości wibrator jest wyciągany ruchem posuwisto-zwrotnym („krokiem pielgrzyma”) z jednoczesnym wysypywaniem porcji kruszywa. Ruchy wibratora w dół rozpychają i zagęszczają kruszywo.

Podczas formowania w słabym podłożu kolumn z kruszywa, kamienie są wciskane w otaczający grunt wzmacniając go, a duża przepuszczalność kolumny pozwala na szybki odpływ wyciskanej z gruntu wody i zmniejszenie ciśnienia porowego. Wytworzenie w podłożu stosunkowo sztywnych kolumn powoduje zmniejszenie jego ścisłości i osiadań oraz przyspieszenie konsolidacji.

Drgania gruntu wywołane przez wibrator mogą spowodować chwilowe upłynnienie gruntów spoistych o właściwościach tiksotropowych i dużej właściwości strukturalnej. Czynnikiem ten należy mieć na uwadze przy stosowaniu kolumn jako elementów stabilizujących osuwiska itp. Wskutek wtłaczania kruszywa powierzchnia terenu może się podnieść, co pociąga dodatkowy koszt wywozu nadmiaru gruntu.

Kolumny zachowują się jak podatne słupy. Pod obciążeniem osiowym osiadają i odkształcają się poprzecznie - „pęcznią”, wzbudzając odpór otaczającego słabego gruntu, który przeciwdziała nadmiernym odkształceniom. Kolumny mogą być formowane w gruncie o wystarczającej wytrzymałości. W gruntach bardzo słabych (orientacyjnie o wytrzymałości $c_u < 15$ kPa, np. w silnie nawodnionych torfach) opór boczny jest zbyt mały, by uformować kolumnę, a wprowadzony materiał rozplywa się i miesza ze słabym gruntem, nie zapewniając sztywności osiowej kolumny. W takich warunkach stosuje się inne metody wzmacniania podłoża.

Naciski pionowe są przejmowane przez kolumny i przez grunt pomiędzy nimi - proporcjonalnie do stosunku ich powierzchni i sztywności. Typowe obciążenie przejmowane przez kolumnę wynosi 250 do 300 kN. Pod długotrwałym obciążeniem następuje konsolidacja

gruntu spoistego i redystrybucja nacisków, czemu towarzyszy pewne dodatkowe osiadanie. W celu przyspieszenia mobilizacji oporów gruntu i ograniczenia późniejszych osiadań, stosuje się zwykle okresowe wstępne przeciążenie wzmocnionego podłoża nadkładem gruntu. Duża przepuszczalność kolumn przyspiesza konsolidację obciążonego podłoża.

Po zakończeniu formowania kolumny, zaleca się dokonać zagęszczenie powierzchniowe (zagęszczającą płytą wibracyjną, ubijarką itp.) w celu skompromowania materiału kamiennego w kolumnie.

Jeśli dokumentacja projektowa nie przewiduje inaczej, to w celu przekazania obciążeń z nasypu na głowice kolumn, można wykonać warstwę z kruszywa według ustaleń punktu 5.5. Warstwa ta może być uzbrojona geosiatką lub innym materiałem geosyntetycznym.

W przypadku znacznych lub kosztownych robót zaleca się, po akceptacji Inżyniera, wykonanie nasypu próbnego oraz obserwację jego zachowania, zwłaszcza przebiegu osiadań w czasie i zmian wytrzymałości gruntu w podłożu.

5.5. Warstwa wyrównawcza

Jeśli przewidziano wykonanie warstwy wyrównawczej (rozdzielczej) pomiędzy wzmocnionym podłożem a nasypem drogi, to powinna być ona zgodna z wymaganiami dokumentacji projektowej lub poniższymi wskazaniem.

Zadaniem warstwy jest równomierne rozłożenie obciążenia nasypu na podłoże wzmocnione kolumnami. Warstwa spełnia również rolę drenażu poziomego.

Warstwa wyrównawcza może mieć grubość 50 cm. Może składać się z pospółki ułożonej w dwóch warstwach: dolnej grubości 20 cm i górnej grubości 30 cm. Pomiedzy warstwami można ułożyć geosiatkę o wytrzymałości na rozciąganie wzdłużne około 70 kN/m i rozciąganie poprzeczne około 60 kN/m.

Warstwę dolną układa się i zagęszcza na powierzchni wyrównanej po wykonaniu kolumn. Na warstwie dolnej układa się pasma geosiatki w kierunku poprzecznym do osi drogi. Sąsiednie pasma można połączyć na zakłady szerokości 50 cm. Górną warstwę układa się na geosiatce i zagęszcza się.

Przy układaniu geosiatki można korzystać z zaleceń podanych w SST D-02.03.01c [4].

5.6. Profilowanie i zagęszczenie powierzchni terenu

Jeśli dokumentacja projektowa nie przewiduje inaczej to warstwę wyrównawczą lub teren poddany wzmocnieniu metodą formowania kolumn należy wyprofilować i zagęścić.

Po usunięciu z powierzchni wszelkich zanieczyszczeń należy sprawdzić czy istniejące rzędne terenu umożliwiają uzyskanie po profilowaniu zaprojektowanych rzędnych podłoża. Zaleca się, aby rzędne terenu przed profilowaniem były o co najmniej 5 cm wyższe niż projektowane rzędne podłoża. Jeśli występują zaniżenia poziomu w podłożu przewidzianym do profilowania, to należy spulchnić podłoże na głębokość zaakceptowaną przez Inżyniera, dowieźć dodatkowy grunt spełniający wymagania dokumentacji projektowej, w ilości koniecznej do uzyskania wymaganych rzędnych wysokościowych i zagęścić warstwę do uzyskania wartości wymaganego wskaźnika zagęszczenia.

Do profilowania podłoża można stosować równiarki lub inny sprzęt zaakceptowany przez Inżyniera.

Po profilowaniu podłoża należy przystąpić do jego zagęszczania, które zaleca się wykonać walcami wibracyjnymi lub zagęszczarkami wibracyjnymi.

5.7. Roboty wykończeniowe

Roboty wykończeniowe powinny być zgodne z dokumentacją projektową i SST. Do robót wykończeniowych należą prace związane z dostosowaniem wykonanych robót do istniejących warunków terenowych, takie jak:

- odtworzenie przeszkód czasowo usuniętych, przed wykonaniem wzmocnienia podłoża, np. parkanów, ogrodzeń, nawierzchni, chodników, krawężników itp.,
- niezbędne uzupełnienia zniszczonej w czasie robót roślinności, tj. zatrawienia, krzewów, ew. drzew,
- roboty porządkujące otoczenie terenu robót.

6. kontrola jakości robót

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 6.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

- uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (certyfikaty na znak bezpieczeństwa, aprobaty techniczne, certyfikaty zgodności, deklaracje zgodności, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.),
- ew. wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót, określone w pktcie 2.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Inżynierowi do akceptacji.

6.3. Badania w czasie robót

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów, które należy wykonać w czasie robót podaje tablica 1.

Tablica 1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie robót

Lp.	Wyszczególnienie robót	Częstotliwość badań	Wartości dopuszczalne
1	Lokalizacja i zgodność granic terenu robót z dokumentacją projektową	1 raz	Wg pktu 5 i dokumentacji projektowej
2	Sprawdzenie wykonania usunięcia przeszkód na miejscu robót	1 raz	Wg pktu 5
3	Wytyczenie miejsc wykonania kolumn wzmocniających podłoże	Ocena ciągła	Wg pktu 5 i dokumentacji projektowej
4	Wykonanie wzmocnienia podłoża gruntowego przez formowanie kolumn	Ocena ciągła	Wg pktu 5 i 6
5	Ew. wykonanie warstwy wyrównawczej	Ocena ciągła	Wg pktu 5
6	Ew. profilowanie i zagęszczenie powierzchni terenu	Ocena ciągła	Wg pktu 5

7	Wykonanie wykończeniowych	robót	Ocena ciągła	Wg pktu 5
---	------------------------------	-------	--------------	-----------

6.4. Badania kontrolne przy wzmocnieniu podłoża kolumnami

Badania kontrolne kolumn obejmują sprawdzenie:

- rozmieszczenia kolumn,
- wskazań przyrządów pomiarowych wibratora (np. natężenia prądu lub ciśnienia w układzie hydraulicznym),
- objętości materiału (kruszywa kamiennego) wprowadzonego do otworów,
- ewentualne pomiary geodezyjne zmian wysokości terenu w miejscu robót.

Urządzenia do formowania kolumn (wibratory) powinny być wyposażone w automatyczne rejestratory zużycia energii i zagłębienia w grunt - w funkcji czasu. Zapisy automatycznych rejestratorów stanowią jednocześnie metryki wykonania wzmocnienia podłoża.

Badania odbiorcze mogą obejmować próbne obciążenia wykonanych kolumn lub fundamentu opartego na kolumnie (kolumnach) i na gruncie, w celu określenia ich sztywności (podatności) i nośności. Wyjątkowo, można również wykonać badania obciążenia poziomego kolumn.

Badania odbiorcze polegają na wykonaniu:

- sprawdzenia metryk (zapisów automatycznych rejestratorów urządzeń do formowania kolumn),
- ewentualnych pomiarów wytrzymałości wzmocnionego gruntu,
- wyjątkowo - próbnych obciążeń gruntu.

Wymagana dokładność usytuowania kolumn powinna wynosić w zasadzie 20 cm.

Przy wykonywaniu badań kontrolnych i odbiorczych zaleca się korzystać z:

- SST D-02.00.00 [3], w zakresie kontroli jakości robót ziemnych,
- instrukcji badań podłoża gruntowego [6].

Posadowienie mostu MG1:

Wszystkie projektowane roboty specjalistyczne, związane ze wzmocnieniem podłoża wymagają stałego nadzoru geotechnicznego, a w późniejszym etapie – również geodezyjnego oraz kontroli jakości materiałów i robót. Zakres kontroli i odbiorów:

1. Sprawdzenie poziomu platformy roboczej, rodzaju i stanu gruntu.
2. Sprawdzenie skuteczności wymiany gruntów organicznych na nasyp budowlany (po 3 wiercenia penetracyjne głębokości 4,0 m (do rzędnej 52,5 m n.p.m.) na obszarze każdej podpory, pod którą prowadzono wymianę gruntu.
3. Kontrola wykonania kolumn KSS:
 - 3.1. Kontrola jakości użytego kruszywa.
 - 3.2. Wykonawca zobowiązany jest opracować i dostarczyć metryki poszczególnych kolumn KSS.
 - 3.3. Sprawdzające sondowania kontrolne: należy sprawdzić zagęszczenie minimum 4 kolumn KSS pod każdą podporą.
4. Kontrola wykonania kolumn DSM:
 - 4.1. Kontrola użytych materiałów.
 - 4.2. Pobranie normowych próbek cementogruntu w celu wykonania badań wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach. Należy wykonać minimum 1 serię badań (4 próbki w serii) na każde rozpoczęte 50 kolumn DSM, tj. wykonać 3 serie badań dla podpory F1/2.

- 4.3. Wykonanie oraz opracowanie metryk wszystkich kolumn DSM.
5. Monitoring geodezyjny:
- 5.1. Należy założyć po dwa stałe repery na każdej podporze (na dwóch przeciwległych słupach lub po dwóch stronach przyczółka).
- 5.2. Pomiar „0” bezpośrednio po wykonaniu fundamentu i słupów / ścian.
- 5.3. Pomiary przy wykonywaniu nasypu oraz przeciążeniu: co 14 dni
- 5.4. Pomiary w trakcie całej realizacji inwestycji: 1 raz w miesiącu.
- 5.5. Pomiary w czasie realizacji: częstotliwość zostanie określona na etapie projektu wykonawczego i zweryfikowana w czasie realizacji inwestycji.

Posadowienie estakady EG2:

Wszystkie projektowane roboty specjalistyczne, związane ze wzmocnieniem podłoża wymagają stałego nadzoru geotechnicznego, a w późniejszym etapie – również geodezyjnego oraz kontroli jakości materiałów i robót. Zakres kontroli i odbiorów:

1. Sprawdzenie poziomu platformy roboczej, rodzaju i stanu gruntu.
2. Sprawdzenie skuteczności wymiany gruntów organicznych na nasyp budowlany (po 3 wiercenia penetracyjne głębokości 4,0 m (do rzędnej 52,5 m n.p.m.) na obszarze każdej podpory.
3. Kontrola kolumn wykonania KSS:
 - 3.1. Kontrola jakości użytego kruszywa.
 - 3.2. Wykonawca zobowiązany jest opracować i dostarczyć metryki poszczególnych kolumn KSS.
 - 3.3. Sprawdzające sondowania kontrolne: należy sprawdzić zagęszczenie minimum 4 kolumn KSS pod każdą podporą.
4. Monitoring geodezyjny:
 - 4.1. Należy założyć po dwa stałe repery na każdej podporze (na dwóch przeciwległych słupach lub po dwóch stronach przyczółka).
 - 4.2. Pomiar „0” bezpośrednio po wykonaniu fundamentu i słupów / ścian.
 - 4.3. Pomiary przy wykonywaniu nasypu oraz przeciążeniu: co 14 dni.
 - 4.4. Pomiary w trakcie całej realizacji inwestycji: 1 raz w miesiącu.
 - 4.5. Pomiary w czasie realizacji: częstotliwość zostanie określona na etapie projektu wykonawczego i zweryfikowana w czasie realizacji inwestycji.

Posadowienie mostu MG3:

Wszystkie projektowane roboty specjalistyczne, związane ze wzmocnieniem podłoża wymagają stałego nadzoru geotechnicznego, a w późniejszym etapie – również geodezyjnego i kontroli jakości materiałów i robót. Zakres kontroli i odbiorów:

1. Sprawdzenie poziomu platformy roboczej, rodzaju i stanu gruntu.
2. Kontrola wykonania kolumn KSS:
 - 2.1. Kontrola jakości użytego kruszywa.
 - 2.2. Wykonawca zobowiązany jest opracować i dostarczyć metryki poszczególnych kolumn KSS.
 - 2.3. Sprawdzające sondowania kontrolne: należy sprawdzić zagęszczenie minimum 4 kolumn KSS pod każdą podporą.
3. Monitoring geodezyjny:
 - 3.1. Należy założyć po dwa stałe repery na każdej podporze (na dwóch przeciwległych stronach przyczółka).
 - 3.2. Pomiar „0” bezpośrednio po wykonaniu fundamentu i ścian.
 - 3.3. Pomiary przy wykonywaniu nasypu oraz przeciążeniu: co 14 dni
 - 3.4. Pomiary w trakcie całej realizacji inwestycji: 1 raz w miesiącu.

3.5. Pomiary w czasie realizacji: częstotliwość zostanie określona na etapie projektu wykonawczego i zweryfikowana w czasie realizacji inwestycji.

Posadowienie nasypów drogowych pomiędzy estakadą a mostami:

Wszystkie projektowane roboty specjalistyczne, związane ze wzmocnieniem podłoża wymagają stałego nadzoru geotechnicznego, a w późniejszym etapie – również geodezyjnego oraz kontroli jakości materiałów i robót. Zakres kontroli i odbiorów:

1. Sprawdzenie poziomu platformy roboczej, rodzaju i stanu gruntu.
2. Sprawdzenie skuteczności wymiany gruntów organicznych na nasyp budowlany (wiercenia penetracyjne głębokości 6,0 m (do rzędnej 50,5 m n.p.m.) w ilości 1 wiercenie na 250 m² dokonanej wymiany, tj. łącznie 2 x około 15 wierceń – w dwóch obszarach wymiany).
3. Kontrola skuteczności wibroflotacji (w środkowych częściach nasypów): należy sprawdzić sondowaniami kontrolnymi, w ilości nie mniejszej niż 1 sondowanie (dynamiczne lub statyczne) na około 250 m² powierzchni w obu obszarach wzmocnionych technologią VIBRO, tj. łącznie ok. 2 x około 15 sondowań – w dwóch obszarach wymiany.
4. Kontrola wykonania kolumn KSS:
 - 4.1. Kontrola jakości użytego kruszywa.
 - 4.2. Wykonawca zobowiązany jest opracować i dostarczyć metryki poszczególnych kolumn KSS.
 - 4.3. Sprawdzające sondowania kontrolne: należy sprawdzić zagęszczenie: minimum trzech kolumn KSS w rejonie wzmocnionym metodą wibrowymiary przy każdym z przyczółków (łącznie 6 x 3 = 18 sondowań).
5. Monitoring geodezyjny:
 - 5.1. Należy założyć po trzy stałe repery na poziomie platformy roboczej (56,50 m n.p.m.), a następnie – po trzy tymczasowe na nasypach przeciążających.
 - 5.2. Pomiar „0” bezpośrednio po zakończeniu wibroflotacji/ wibrowymiany. .
 - 5.3. Pomiary w trakcie wykonywania nasypu oraz przeciążenia: co 14 dni
 - 5.4. Pomiary w trakcie całej realizacji inwestycji: 1 raz w miesiącu.
 - 5.5. Pomiary w czasie realizacji: częstotliwość zostanie określona na etapie projektu wykonawczego i zweryfikowana w czasie realizacji inwestycji.

W zakresie badań kontrolnych kolumn VIBRO przewiduje się:

1. Konieczność sporządzenia skróconych metryk kolumn, obejmujących m.in.: datę wykonania, rzędną platformy roboczej (poziomu roboczego), zagłębienie poniżej poziomu roboczego, długość kolumny.
2. Badanie zagęszczenia podłoża wzmocnionego – zagęszczonego kolumnami VIBRO (w minimum 1 punkcie na każde rozpoczęte 250 m² wzmocnienia).

W zakresie badań kontrolnych kolumn KSS przewiduje się:

1. Konieczność sporządzenia metryk kolumn. Każda kolumna musi posiadać metrykę obejmującą: numer kolumny, datę wykonania, rzędną platformy roboczej (poziomu roboczego), zagłębienie poniżej poziomu roboczego, długość kolumny, oraz – ewentualnie dodatkowo ilość zużytego kruszywa.
2. Badanie zagęszczenia kolumn KSS (w minimum 1 punkcie na każde rozpoczęte 100 kolumn KSS).
3. Kontrole liczby i położenia wykonanych kolumn. Po wykonaniu - należy skontrolować liczbę i położenie kolumn. Ze względu na to, że kolumny są elementami przestrzennego wzmocnienia podłoża pod fundamentem nie wymaga się sporządzenia powykonawczej inwentaryzacji geodezyjnej kolumny. Należy jednak w prosty sposób

sprawdzić, czy układ kolumn odpowiada założeniom projektowym. Tolerancja umiejscowienia kolumn wynosi ± 20 cm. W przypadku występowania większych odchyłek należy powiadomić projektanta w celu podjęcia odpowiednich decyzji.

W zakresie badań kontrolnych kolumn DSM przewiduje się:

1. Konieczność sporządzenia metryk kolumn. Każda kolumna musi posiadać metrykę obejmującą: numer kolumny, datę wykonania, rzędną platformy roboczej (poziomu roboczego), zagłębienie poniżej poziomu roboczego, długość kolumny, oraz – ewentualnie dodatkowo ilość zużytego do tzw. doziarniania kruszywa.

2. Badanie jakości cementogruntu – materiału kolumny (w minimum 1 kolumna na każde 50 wykonanych).

3. Kontrole liczby i położenia wykonanych kolumn. Po wykonaniu - należy skontrolować liczbę i położenie kolumn. Ze względu na to, że kolumny są elementami przestrzennego wzmocnienia podłoża pod fundamentem nie wymaga się sporządzenia powykonawczej inwentaryzacji geodezyjnej kolumny. Należy jednak w prosty sposób sprawdzić, czy układ kolumn odpowiada założeniom projektowym. Tolerancja umiejscowienia kolumn wynosi ± 10 cm. W przypadku występowania większych odchyłek należy powiadomić projektanta w celu podjęcia odpowiednich decyzji.

7. Obmiar robót

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 7.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest:

- m (metr bieżący) wykonanych kolumn KSS, DSM i VIBRO wraz z pracami towarzyszącymi,
- m² wykonania platformy roboczej, wbicia i wyciągnięcia ścianek szczelnych,
- m³ wymiany gruntu pod wodą, betonowania pod wodą „korca”, wykonanie i rozebranie tymczasowego nasypu przeciążającego.

8. Odbiór robót

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 8.

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

8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają:

- wykonanie kolumn wzmacniających podłoże,
- ew. profilowanie podłoża.

9. Podstawa płatności

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w SST D -00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 9.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- zakup i dostarczenie materiałów,
- dostarczenie sprzętu,
- wykonanie wzmocnienia oraz zagęszczenia podłoża metodą formowania kolumn z kruszywa według wymagań specyfikacji technicznej,
- profilowanie i zagęszczenie powierzchni terenu,
- wykonanie platformy roboczej,
- wybudowanie i rozebranie nasypu przeciążającego,
- założenie wgłębnych reperów geodezyjnych,
- założenie powierzchniowych reperów geodezyjnych (po wykonaniu nasypu),
- roboty wykończeniowe,
- przeprowadzenie pomiarów i badań wymaganych w niniejszej specyfikacji technicznej,
- odwiezienie sprzętu.
- wykonanie tymczasowych stalowych ścianek szczelnych o parametrach nie niższych niż profile G-62,
- wykonanie wymiany gruntu pod wodą w obrębie fundamentów, podpór i nasypów przed i za przyczółkami na nasyp piaskowo – żwirowy (parametry gruntu nasypowego: piasek średni, piasek gruby lub pospółka, spełniający warunek: $d_{50} > 0,05$ mm; kruszywo musi być podatne na zagęszczanie wibroflotem, pozbawione frakcji ilowej i zawierające nie więcej niż 5% frakcji pyłowej),
- wykonanie platform roboczych,
- wbicie ścianek szczelnych „traconych” o parametrach nie niższych niż profile G-62,
- wykonanie wzmocnienia wgłębego – kolumn żwirowych KSS (o rzeczywistej średnicy około 60÷80 cm) od poziomu platformy roboczej do rzędnych określonych w projekcie,
- wykonanie wzmocnienia wgłębego – kolumn cementogruntowych DSM –wet.,
- betonowanie pod wodą „korka” betonowego (B20) do rzędnych określonych w projekcie,
- wykonanie wzmocnienia wgłębego VIBRO metodą wibroflotacji (wibroflotem gwarantującym uzyskanie żądanego zagęszczenia nasypu i podłoża,
- obniżenie zwierciadła wody gruntowej wewnątrz wykopów wygrodzonych ściankami szczelnymi – spompowanie wody znad korka,
- geodezyjny pomiar „0”. Dalsze pomiary: dwa razy w miesiącu,
- wykonanie nasypów z gruntu zbrojonego przy przyczółkach,
- wykonanie tymczasowego przeciążenia nasypu – wg opisu w projekcie,
- usunięcie obciążenia przeciążającego nasyp,
- dalsze pomiary geodezyjne (przez cały czas realizacji inwestycji; 1 raz w miesiącu),
- sprawdzenie poziomu platformy roboczej, rodzaju i stanu gruntu,
- sprawdzenie skuteczności wymiany gruntów organicznych na nasyp budowlany,
- kontrola wykonania kolumn KSS,
- kontrola wykonania kolumn DSM,
- kontrola skuteczności wibroflotacji (w środkowych częściach nasypów),
- zainstalowanie reperów geodezyjnych,

- monitoring geodezyjny.

10. Przepisy związane

10.1. Ogólne specyfikacje techniczne (SST)

1. D-00.00.00 Wymagania ogólne
2. D-01.00.00 Roboty przygotowawcze
3. D-02.00.00 Roboty ziemne
4. D-02.03.01c Wzmocnienie geosyntetykiem podłoża nasypu na gruncie słabonośnym