



Rok założenia 1990

Certyfikat Polskiego Komitetu
Geotechniki nr 0009

ZAKŁAD INŻYNIERYJNY „GEOREM”®

mgr inż. Andrzej Kubański

41-200 Sosnowiec, ul. Mikołajczyka 59a

Tel/fax (0-32) 266-20-26, 27

NIP : 644-002-06-59

e-mail: georem@georem.pl

| | |
|----------------------|---|
| Inwestor: | Zarząd Dróg Powiatowych w Bielsku-Białej ul. T. Regeja 81 43-382 Bielsko-Biała |
| Zamawiający: | Powiat Bielski ul. Piastowska 40 43-300 Bielsko-Biała |
| Obiekt: | Droga Powiatowa 4467S w miejscowości Bestwina w km 3+980 |
| Działki nr: | 1383/6, 2370/3 |
| Nazwa opracowania: | PROJEKT WYKONAWCZY Zabezpieczenie i stabilizacja osuwiska na drodze powiatowej 4467S w miejscowości Bestwina w km 3+980 w ramach Projektu Osłona Przeciwosuwiskowa zadanie: Likwidacja osuwiska na drodze powiatowej 4467S w miejscowości Bestwina w km 3+980 (ID 24/PB/4) |
| Część: | II OPIS TECHNICZNY |
| Zespół projektowy: | mgr inż. Sebastian Bielski mgr inż. Krystyna Kębsol Upr. bud. w zakresie instalacji sanitarnych 374/91 mgr inż. Milan Sternik Upr. budowlane 213/02 mgr inż. Konrad Wanik Upr. budowlane SLK/1636/POOK/07 Upr. budowlane SLK/2124/OWOK/08 |
| Zespół sprawdzający: | inż. Jarosław Frycz Upr. budowlane SLK/0778/POOD/05 mgr inż. Kazimierz Spyra Upr. budowlane 38/2003 |

Sosnowiec, listopad 2009r.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP

- 1.1. Podstawa opracowania
- 1.2. Materiały wyjściowe

2. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

3. LOKALIZACJA

4. ZARZĄDCA DROGI

5. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO

6. URZĄDZENIA OBCE

7. WARUNKI GEOTECHNICZNE

8. ANALIZA STATECZNOŚCI ZBOCZA

- 8.1. Założenia obliczeniowe
- 8.2. Analiza uzyskanych wyników

9. OPIS PROJEKTOWANYCH ROZWIĄZAŃ

- 9.1. Wytyczne
- 9.2. Zakres robót
- 9.3. Układ drogowy
- 9.4. Wymiana kanalizacji
- 9.5. Odwodnienie powierzchniowe
- 9.6. Odwodnienie wgłębne korpusu drogi
- 9.7. Zabezpieczenie stateczności drogi
- 9.8. Wykonanie konstrukcji oporowej z gabionów
- 9.9. Wykonanie bariery energochłonnej
- 9.10. Zalecenie wykonawcze
- 9.11. Środowisko

10. WYCINKA DRZEW

11. REPER WYSOKOŚCIOWY

12. RUCH KOŁOWY NA OKRES ROBÓT

ZAŁĄCZNIKI

Zał. 1. Zbiorcza metryka kolumn iniekcyjnych

1. WSTĘP

1.1 Podstawa opracowania

Niniejszą dokumentację opracowano na podstawie umowy nr 250/2009 z dnia 18.05.2009r., zawartej pomiędzy Zamawiającym w instytucji Powiat Bielski z siedzibą w miejscowości Bielsko-Biała, ul. Piastowska 40, a Wykonawcą tj. Zakładem Inżynieryjnym Georem mgr inż. Andrzej Kubański z siedzibą w Sosnowcu przy ul. Mikołajczyka 59a.

1.2. Materiały wyjściowe

Merytoryczną podstawę opracowania stanowią następujące źródła informacji rzeczowej:

- [1] Dokumentacja Geologiczno – Inżynierska: „Bestwina, ul. Kościelna– likwidacja osuwiska na drodze powiatowej nr 4467S, w km 3+980” opracowana przez GEOSOND s.c., 43-450 Ustroń, ul. Katowicka 11.
- [2] Koncepcja projektowa: „Zabezpieczenie i stabilizacja osuwiska na drodze powiatowej 4467S w miejscowości Bestwina w km 3+980 w ramach Projektu Oslona Przeciwośuwiskowa zadanie: Likwidacja osuwiska na drodze powiatowej 4467S w miejscowości Bestwina w km 3+980 (ID 24/PB/4)” opracowana przez Z. I. Georem mgr inż. Andrzej Kubański, ul. Mikołajczyka 59a, 41-200 Sosnowiec.
- [3] Mapa sytuacyjno-wysokościowa do celów projektowych aktualna na dzień 17.08.2009r.
- [4] Wypis i wyrys ze skorowidza działek.
- [5] Dokumentacja formalno-prawna związana z przedmiotem niniejszego opracowania.
- [6] Normy i literatura techniczna związana z przedmiotem niniejszego opracowania.
- [7] Informacje uzyskane w drodze wywiadu.
- [8] Wizje lokalne i uzgodnienia.

2. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt zabezpieczenia osuwiska na odcinku drogi powiatowej nr 4467S w miejscowości Bestwina w km 3+980. Łączna długość zabezpieczanego odcinka drogi powiatowej wynosi około 82,0m, a zakres opracowania obejmuje:

- wzmocnienie podłoża kolumnami iniekcijnymi wykonanymi w technologii „jet grouting”,
- wymianę istniejącej kanalizacji,
- wykonanie konstrukcji oporowej z gabionów,
- regulację istniejących krawędzi jezdni,
- remont nawierzchni jezdni oraz chodnika,
- uzupełnienie i umocnienie korpusu drogowego na odcinku osuwiska,
- uporządkowanie istniejącego systemu odwodnienia drogowego,
- wykonanie bariery energochłonnej.

3. LOKALIZACJA

Droga powiatowa nr 4467S w miejscowości Bestwina, km 3+980, odcinek długości około 82,0m, działki nr: 1383/6, 2370/3.

4. ZARZĄDCA DROGI

Zarząd Dróg Powiatowych w Bielsku-Białej, ul. T. Regeera 81, 43-382 Bielsko-Biała.

5. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO

Droga powiatowa nr 4467S w km 3+980 na odcinku planowanych prac zabezpieczających jest ulicą lokalną i składa się z jednej jezdni o dwóch pasach ruchu, po jednym w każdym kierunku. Ulica posiada nawierzchnię wykonaną z betonu asfaltowego o zmiennej grubości wynoszącej od 0,16m do 0,25m. Nawierzchnia na przedmiotowym odcinku jest w bardzo złym stanie technicznym. Widoczne są liczne spękania, ubytki oraz ślady będące wynikiem ruchów osuwiskowych w korpusie drogowym. Ulica na przedmiotowym odcinku otoczona jest od strony zachodniej skarpą nasypu, zaś od strony wschodniej chodnikiem, za którym zlokalizowana jest skarpa wzniesienia. Szerokość istniejącej jezdni jest zmienna i waha się w granicach od 4,85 do 5,00m. Jezdnia obramowana jest chodnikiem szerokości 1,80m oraz poboczem o szerokości 2,50m, które nie jest umocnione, a częściowo zarasta go trawa. Pod chodnikiem zlokalizowana jest kanalizacja deszczowa. Odwodnienie drogowe na przedmiotowym odcinku zapewniają istniejące wpusty uliczne. Droga nie posiada odwodnienia w postaci korytek odprowadzających wodę z nawierzchni. W stanie istniejącym wody opadowe infiltrują w nasyp drogowy powodując dalszą degradację gruntów spoistych i rozluźnienie gruntów niespoistych co przyczynia się do dalszej destrukcji przedmiotowego odcinka drogi.

6. URZĄDZENIA OBCE

W rejonie projektowanych prac, ale na obszarze nie objętym zakresem przewidzianym w niniejszym projekcie, przebiega instalacja energetyczna i teletechniczna. Instalacje te nie kolidują z projektowanymi pracami.

Na obszarze wchodzącym w zakres projektowanych prac wzmacniających znajduje się istniejąca kanalizacja deszczowa. Przewiduje się wymianę istniejącej kanalizacji na przedmiotowym odcinku i włączenie do tej kanalizacji wody odprowadzonej z drenu francuskiego i odwodnienia powierzchniowego w poboczu drogi poprzez studnię kontrolno-wpadową.

Nie wyklucza się istnienia w terenie innych nie wskazanych w niniejszym opracowaniu urządzeń podziemnych, które nie były zgłoszone do inwentaryzacji, lub o których brak jest informacji w instytucjach branżowych.

7. WARUNKI GEOTECHNICZNE

Na podstawie wykonanych otworów geologicznych [1] stwierdzono, że pod nawierzchnią bitumiczną (o grubości 0,16-0,25m) praktycznie brak jest klasycznych podbudów konstrukcyjnych z kruszywa łamanego. Miejscami występuje tylko minimalna podsypka z łupka. W podłożu nawierzchni drogi występują nasypy antropogeniczne, których charakter sprawia, że należy je klasyfikować jako nasypy niebudowlane. Nasypy te zostały usypane na osadach akumulacyjnych starego zakola rzeczno, wypełnionego ściśliwymi utworami rzeczno i rzeczno-zastoiskowymi, często w stanie plastycznym. Poniżej znajduje się podłoże ilaste,

którego strop zapada pod dużym kątem, poprzecznie do kierunku przebiegu drogi, stanowiąc potencjalną płaszczyznę poślizgu.

Ogólnie w podłożu dokumentowanego terenu zalegają grunty antropogeniczne – nasypy niebudowlane, grunty rodzime spoiste w postaci glin pylastych w stanie od plastycznego do twardoplastycznego, żwiry zaglinione oraz ropy pylaste i ropy miocenu morskiego w stanie twardoplastycznym przechodzącym wraz z głębokością w stan półzwarty, a niżej w stan zwarty.

Na badanym terenie nawiercono wodę gruntową o zwierciadle napiętym na głębokości 1,7-4,6m p.p.t. Poziom piezometryczny stabilizował się na głębokości 0,6-3,4m p.p.t. (255,62-259,18m n.p.m.). Warstwę wodonośną stanowią żwiry zaglinione.

Szczegóły dotyczące budowy geologicznej podłoża gruntowego na przedmiotowym obszarze zawiera Dokumentacja Geologiczno-Inżynierska [1].

8. ANALIZA STATECZNOŚCI

Celem analizy stanu obecnego przedmiotowego odcinka drogi oraz weryfikacji przyjętego sposobu zabezpieczenia i stabilizacji osuwiska wykonano obliczenia stateczności z wykorzystaniem oprogramowania komputerowego GEO5 – Stateczność zbocza firmy FINE Sp. z o.o. W dalszej części opracowania przedstawiono szczegółowe założenia oraz uzyskane wyniki.

8.1. Założenia obliczeniowe

Ze względu na zmienną geometrię przedmiotowego odcinka drogi oraz zróżnicowanie budowy geologicznej obliczenia prowadzono w czterech przekrojach oznaczonych A-A, B-B, C-C oraz D-D. Przeanalizowano zarówno sytuację jaka występuje w stanie obecnym celem weryfikacji przyjętych modeli obliczeniowych, jak również stan projektowany docelowy.

Parametry fizyko mechaniczne gruntów użyte w obliczeniach przyjęte zostały zgodnie z dokumentacją geologiczno-inżynierską [1]. Natomiast parametry konstrukcji drogi i podłoża wzmocnionego kolumnami „jet grouting” przyjęto w następujący sposób:

- dla konstrukcji drogi:
 $\gamma=19,6\text{kN/m}^3$, $\phi=36^\circ$, $c=0\text{kPa}$,
- dla podłoża wzmocnionego kolumnami „jet grouting”:
 $\gamma=19,94\text{kN/m}^3$, $\phi=23,5^\circ$, $c=57,5\text{kPa}$.

Przyjęte wartości parametrów podłoża wzmocnionego kolumnami iniekcyjnymi „jet grouting” wynikają z ich ilościowego udziału w ogólnym bilansie mas z uwzględnieniem parametrów wytrzymałościowych poszczególnych gruntów. Do określenia w/w parametrów założono występowanie w całym masywie wzmocnionym kolumnami iniekcyjnymi gruntów o najgorszych parametrach (z występujących), co stanowi dodatkowy zapas bezpieczeństwa.

Jako obciążenie zewnętrzne przyjęto obciążenie naziomu związane z ruchem pojazdów kołowych występującym w rozważanym pasie drogowym zgodnie z zaleceniami normowymi.

Analizy przeprowadzono następującymi metodami:

- Bishopa,
- Pettersona,
- Sarma.

Dla stanu istniejącego analizowano płaszczyzny poślizgu obejmujące korpus drogowy jak również skarpy poniżej niego, a także stateczność skarpy powyżej drogi przeprowadzając każdorazowo optymalizację powierzchni poślizgu celem określenia najmniejszego z możliwych wskaźników stanu równowagi. Dla modelu stanu projektowanego zrezygnowano z analizy stateczności samej skarpy powyżej drogi ze względu na uzyskane na etapie analizy stanu istniejącego wskaźniki stanu równowagi $F > 1,5$. W stanie docelowym analizowano wyznaczone wcześniej dla stanu istniejącego, powierzchnie poślizgu o najniekorzystniejszym wskaźniku stanu równowagi obejmujące drogę wraz ze skarpy poniżej niej.

8.2. Analiza uzyskanych wyników

Zestawienie wartości wskaźników stanu równowagi uzyskanych z przeprowadzonych analiz dla poszczególnych przekrojów przedstawiono w tab. 1. Szczegółowy wyciąg z przeprowadzonych obliczeń wraz z przyjętymi danymi wyjściowymi zawarto w Egzemplarzu Archiwalnym.

| | | METODA | PRZEKRÓJ | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------|----------|------|------|------|
| | | | A-A | B-B | C-C | D-D |
| STAN ISTNIEJĄCY | DROGA I SKARPA PONIŻEJ | Bishop | 1,17 | 1,52 | 1,23 | 1,44 |
| | | Petterson | 1,21 | 1,45 | 1,14 | 1,32 |
| | | Sarma | 1,13 | 1,54 | 1,26 | 1,53 |
| | SKARPA POWYŻEJ DROGI | Bishop | 2,18 | 1,61 | 2,47 | 2,92 |
| | | Petterson | 2,05 | 1,54 | 2,31 | 2,76 |
| | | Sarma | 2,22 | 1,71 | 2,54 | 3,07 |
| STAN PROJEKTO -WANY | Bishop | 1,51 | 2,36 | 1,86 | 1,84 | |
| | Petterson | 1,55 | 2,24 | 1,78 | 1,72 | |
| | Sarma | 1,55 | 2,27 | 2,04 | 1,95 | |

Tablica 1. Zestawienie wartości wskaźników stanu równowagi uzyskanych dla analizowanych przypadków obliczeniowych.

Dla każdego przypadku obliczeniowego, powierzchnia poślizgu odpowiadająca minimalnej wartości wskaźnika stanu równowagi F , pozwala wnioskować o możliwości wystąpienia osuwiska. Wystąpienie osuwiska można uznać za:

| | |
|----------------------------|---------------------|
| bardzo mało prawdopodobne, | gdy $F > 1,5$ |
| mało prawdopodobne, | gdy $1,3 < F < 1,5$ |
| prawdopodobne, | gdy $1,0 < F < 1,3$ |
| bardzo prawdopodobne, | gdy $F < 1,0$ |

Projektując zabezpieczenia dla obiektów uznanych za ważne przyjmuje się, że wymagany wskaźnik stanu równowagi, zwany też współczynnikiem stateczności, powinien spełniać warunek $F > 1,5$ co jest zgodne z obowiązującymi aktualnie przepisami [6], a przede wszystkim Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.

Analizy wykonane dla stanu wyjściowego potwierdzają zjawiska obserwowane na przedmiotowym obszarze odcinka drogi. Szczególnie zagrożony wystąpieniem osuwiska jest korpus drogowy wraz ze skarpą zlokalizowaną poniżej w obrębie którego przebiegają płaszczyzny poślizgu o najniekorzystniejszym bilansie sił. Uzyskany minimalny wskaźnik stanu równowagi wynosi $F = 1,17$ dla przekroju A-A, co należy interpretować jako prawdopodobne wystąpienie osuwiska. Dla wszystkich z przeprowadzonych analiz stanu obecnego uzyskane wskaźniki stanu równowagi nie spełniają wymaganego warunku $F > 1,5$, widoczne są jedynie niewielkie rozbieżności uzyskanych wyników dla poszczególnych przekrojów. Wyniki uzyskane dla zastosowanych metod obliczeniowych charakteryzuje duża zbieżność.

Sytuacja ta wymusza zastosowanie zabiegów zwiększających stateczność przedmiotowych skarp, na których zlokalizowany jest korpus drogowy.

Uwzględniając powyższe projektuje się wykonanie zabezpieczenia i stabilizacji przedmiotowego odcinka drogi powiatowej 4467S z wykorzystaniem kolumn iniekcyjnych formowanych w technologii iniekcji strumieniowej „jet grouting” wraz z uporządkowaniem warunków gruntowo wodnych oraz odbudową korpusu drogi. Szczegóły przedmiotowego rozwiązania przedstawiono w dalszej części niniejszego opracowania.

Analiza stanu projektowanego wykazała słuszość przyjętych rozwiązań. Najmniejszy wskaźnik stanu równowagi dla stanu projektowanego uzyskano stosując metodę Bishopa dla przekroju A-A i wynosi on $F = 1,51$. Wartość ta zapewnia spełnienie warunku stateczności, gdzie wymagany wskaźnik stanu równowagi musi spełniać warunek $F > 1,50$. Modyfikowanie ilościowe prac stabilizujących dla odcinków w obrębie poszczególnych przekrojów obliczeniowych nie jest wskazane ze względu na trudny do uchwycenia zakres ich ważności.

Analiza stateczności dla stanu obecnego w obrębie skarpy zlokalizowanej powyżej korpusu drogowego wykazują jej stateczność na wymaganym poziomie, gdzie $F_{min} = 1,54$, a płaszczyzny poślizgu z analizy globalnej nie obejmują jej obszaru. Uwzględniając powyższe dla skarpy powyżej drogi przewiduje się jedynie zastąpienie istniejącego wzmocnienia płytami ażurowymi konstrukcją oporową z gabionów. Na podstawie uzyskanych wskaźników stanu równowagi skarpy zlokalizowanej powyżej drogi w stanie istniejącym nie jest wymagane zastosowanie dodatkowych prac zabezpieczających.

Dodatkowo w obrębie skarp na rozważanym odcinku drogi powiatowej 4467S należy zabronić wycinki istniejących drzew zarówno na skarpie poniżej jak i powyżej drogi. Prowadzone obliczenia nie uwzględniają korzystnego wpływu istniejącego drzewostanu na stateczność skarpy, lecz jak wykazują obserwacje terenowe ma ono ogromne znaczenie dla stateczności skarp.

9. OPIS STANU PROJEKTOWANEGO

9.1. Wytyczne

Zgodnie z wytycznymi do projektu Zamawiającego, projekt ma na celu zabezpieczenie osuwiska, odwodnienie korpusu drogi i wzmocnienie nawierzchni jezdni. Projektowane prace mają na celu zabezpieczenie korpusu drogi przed uszkodzeniami spowodowanymi wystąpieniem ruchów osuwiskowych podłoża.

9.2 Zakres prac

Na prace projektowane w ramach niniejszego zadania składają się:

- wzmocnienie podłoża kolumnami formowanymi w technologii iniekcji strumieniowej „jet grouting”,
- wymianę istniejącej kanalizacji,
- wykonanie konstrukcji oporowej z gabionów,
- regulacja istniejących krawędzi jezdni,
- remont nawierzchni jezdni oraz chodnika,
- uzupełnienie i umocnienie korpusu drogowego na odcinku osuwiska,
- uporządkowanie istniejącego systemu odwodnienia drogowego,
- wykonanie bariery energochłonnej.

9.3 Układ drogowy

9.3.1 Plan sytuacyjny

Niniejsze rozwiązanie techniczne przewiduje remont istniejącej nawierzchni jezdni o szerokości 4,85m – 5,00m, chodnika o szerokości 1,80m, pobocza na szerokości 1,25m, za którym usytuowane jest odwodnienie liniowe wykonane z korytek prefabrykowanych typu SW 1457/3.

Trasa osi ulicy Kościelnej składa się z odcinków prostych połączonych łukiem poziomym. Parametry łuku osi zestawiono w poniższej Tabelcy 2 oraz w części rysunkowej niniejszego opracowania.

Tabelca 2: Parametry łuku osi ulicy Kościelnej.

| Lp. | Kąt (o) | Kąt (grad) | R | T | W | Ł |
|-----|---------|------------|--------|-------|------|-------|
| W 1 | 5,48 | 6,09 | 550,00 | 26,32 | 0,63 | 52,60 |

Podstawą wyniesienia projektowanych robót będzie wytyczenie przebiegu uregulowanej osi ulicy Kościelnej. Zasadnicza oś ulicy Kościelnej na przedmiotowym odcinku opisana jest poprzez wierzchołek, który ze względu na rozmiar kąta zwrotu kwalifikuje się do wyokrąglenia łukiem kołowym. Współrzędne wierzchołków określone są w Tabelcy 3.

Tablica 3: Współrzędne wierzchołków ulicy Kościelnej.

| L.p. | Obiekt | Y | X |
|------|--------------|------------|------------|
| 1 | KM 0,0+00,00 | 244 343,02 | 830 082,68 |
| 2 | W-1 | 244 369,73 | 830 050,12 |
| 7 | KM 0,0+81,78 | 244 391,89 | 830 017,13 |

9.3.2 Profil podłużny remontowanego odcinka

Profil podłużny jest zgodny z istniejącą niweletą ulicy Kościelnej, lecz uregulowany w sposób mający poprawić odwodnienie przedmiotowego odcinka. Pochylenia podłużne zastosowane na przedmiotowym odcinku wahają się od $i=1,74\%$ do $3,36\%$, tam gdzie było to możliwe załamy niwelety wyokrąglono łukiem pionowym o promieniu $R=1500m$.

9.3.3 Przekrój poprzeczny

W związku z remontem nawierzchni jezdni oraz poboczy uregulowano przekrój poprzeczny do szerokości 5,00m (4,85m na połączeniu z odcinkiem istniejącym) dla jezdni. Zachowano chodnik o szerokości 1,80m, który oddzielony jest od jezdni krawężnikiem ulicznym 15x30x100cm na ławie betonowej z oporem, chodnik zaś ograniczony jest obrzeżem betonowym 8x30x100cm na ławie betonowej. Po przeciwnej stronie, za poboczem umocnionym o szerokości 1,25m, zabudowano odwodnienie z korytek prefabrykowanych typu SW-1457/3 zakończone studnią tworzywową $\varnothing 600mm$. Dla projektowanego odcinka założono kilometrą roboczy.

Zaprojektowana konstrukcja jezdni składa się z następujących warstw:

- 5 cm warstwa ścieralna z betonu asfaltowego 0-12,8 mm,
- 6 cm warstwa wiążąca z betonu asfaltowego 0-25 mm,
- 7 cm podbudowa z betonu asfaltowego 0-25 mm,
- 25-45 cm podbudowa z tłucznia kamiennego stabilizowanego mechanicznie 0-63 mm,
- 25 cm materac z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie 0/63 mm, owinięty geosiatką,
- 25 cm materac z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie 31,5/63 mm, owinięty geosiatką,
- 10 cm podsypka piaskowa,
- geokompozyt drenarski.

Powyższa konstrukcja zostanie ułożona na odcinku podłoża wzmocnionego przy wykorzystaniu kolumn iniekcyjnych wykonanych w technologii „jet grouting”. Przed ułożeniem warstw konstrukcyjnych należy uzyskać na podłożu nośność podłoża wyrażoną wtórnym modułem odkształcenia na poziomie $E2=120 MPa$.

W skład zaprojektowanej konstrukcji chodnika wchodzi następujące warstwy:

- 8 cm kostka wibroprasowana z betonu B-35,
- 3 cm podsypka cementowo-piaskowa 1:4,
- 15 cm podbudowa z tłucznia kamiennego stabilizowanego mechanicznie 0-31,5 mm,
- 76-78 cm podbudowa z tłucznia kamiennego stabilizowanego mechanicznie 0-63 mm,

- 10 cm podsypka piaskowa,
- geokompozyt drenarski.

Powyższa konstrukcja zostanie ułożona na odcinku podłoża wzmocnionego przy wykorzystaniu kolumn iniekcyjnych wykonanych w technologii „jet grouting”. Przed ułożeniem warstw konstrukcyjnych należy uzyskać na podłożu nośność podłoża wyrażoną wtórnym modulem odkształcenia na poziomie $E_2=80$ MPa.

Korytka należy posadawiać na wilgotnym, świeżym i niestężonym betonie klasy B-20.

Szczegóły przyjętych rozwiązań przedstawiono w części rysunkowej niniejszego opracowania.

9.3.4 Uwagi

- W miejscach zbliżeń do istniejącego uzbrojenia roboty wykonywać ręcznie i pod nadzorem właścicieli sieci.
- Wszystkie materiały użyte do budowy dróg powinny mieć ważny atest.
- Wszystkie skarpy nasypów których pochylenie byłoby ostrzejsze niż w stosunku 1:1 należy dodatkowo zabezpieczyć za pomocą siatki drobnootworowej.

9.3.5 Roboty przygotowawcze

Roboty przygotowawcze obejmują:

- geodezyjne wytyczenie trasy,
- rozbiórkę istniejących nawierzchni.

9.4 Wymiana kanalizacji

W związku z robotami zabezpieczeniowymi osuwiska w Bestwinie, na odcinku prac, konieczna jest wymiana istniejącej kanalizacji deszczowej na nową. W tym celu od studzienki oznaczonej na sytuacji S5 do wylotu do rowu istniejącą kanalizację deszczową należy zdemontować (rury i studzienki kanalizacyjne) i ułożyć nową zgodnie z wytycznymi podanymi poniżej oraz z informacjami zawartymi w części rysunkowej opracowania.

Na czas przebudowy kanalizacji w studziennicy istniejącej, oznaczonej na sytuacji jako k o rzędnych 264,19/262,59, zaczopować wylot rury odpływowej, a napływające do studni wody odpompowywać do rowu znajdującego się po drugiej stronie ulicy.

Wody z projektowanego дренаżu oraz wody z korytka ściekowego odprowadzić do przebudowanej kanalizacji deszczowej $\varnothing 300$ (do studzienki S1) poprzez studzienkę tworzywową $\varnothing 600$ zwieńczoną wpustem ulicznym żeliwnym D400 z wiaderkiem osadnikowym typu D1. Studzienka o przegłębieniu 40cm.

9.4.1. Materiały, studzienki.

a) Rury

Materiałem do budowy kanalizacji deszczowej będą rury PVC-U kanalizacyjne kielichowe, łączone na uszczelki gumowe, klasy „N” (SDR 41; SN 4) o średnicach D 315 mm i grubości ścianki 7,7mm oraz D250mm i gr. 6,2mm.

b) Studzienki kanalizacyjne

Projektuje się zabudowę studzienek kanalizacyjnych tworzywowych. Obie studzienki przy przejściu przez jezdnię (S1 i S2) wykonać jako wążowe o średnicy $\varnothing 1000\text{mm}$, pozostałe jako niewążowe $\varnothing 600\text{mm}$. Zwieńczenie studzienek z żelbetowym pierścieniem odciażającym i wążem żeliwnym A15.

Przejście rur PVC przez ściankę studzienki wykonać jako szczelne np. za pomocą wkładki „in situ”.

9.4.2. Roboty ziemne.

Wykopy pod przewody z rur PVC powinny być prowadzone zgodnie z normą branżową BN-83/8836-02.

Projektuje się wykonać wykopy wąskoprzestrzenne o ścianach pionowych, odpowiednio odeskowanych z zastosowaniem rozpór.

9.4.3. Odwodnienie wykopów.

Projektuje się zastosowanie metody odwodnienia powierzchniowego polegającej na odprowadzaniu powierzchniowej wody w miarę głębienia wykopu. Przy większym napływie wód (np. opadowych) na powierzchni terenu należy ustawić ręczne lub spalinowe pompy membranowe i odpompować wody poza wykop.

9.4.4. Podłoże i zasyp przewodu.

a) Podłoże.

Grubość podsypki pod rurociąg nie może być mniejsza niż 0,20 m i wykonana winna być z piasku, piasku gliniastego albo gliny piaszczystej odpowiednio zagęszczonej.

Podsypka powinna spełniać następujące wymagania:

- nie powinna zawierać cząstek większych niż 0,002 m,
- nie powinna być zmrożona,
- nie może zawierać przypadkowych ostrych kamieni lub innego rodzaju łamanego materiału.

Podłoże powinno być tak wyprofilowane, aby rura spoczywała na nim 1/4 swojej powierzchni.

b) Zasypka rurociągu.

Zasypka przewodu w wykopie składa się z dwóch warstw:

- warstwy ochronnej o wysokości 30 cm ponad wierzch rury,
- warstwy do powierzchni terenu lub wymaganej rzędnej.

Materiałem warstwy ochronnej jest grunt piaszczysty bez grud i kamieni. Zasypka warstwy ochronnej wymaga zagęszczenia przez ubijanie. Zasypkę wykopu powyżej tej warstwy dokonuje się gruntem rodzimym, z jednoczesnym zagęszczeniem i rozbiórką ewentualnych odeskowań i rozpór. Wskaźnik zagęszczenia gruntu wg PN-74/B-02480.

9.4.5. Próby szczelności rurociągu.

Przewód powinien być poddany badaniom w zakresie szczelności na eksfiltrację i infiltrację wód. Sposób przeprowadzenia i pełny zakres wymagań związanych z próbą szczelności – w normie PN-92/B-10735.

9.4.6. Uwagi końcowe.

Całość robót wykonać zgodnie z:

- Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót cz. II – Instalacje sanitarne i przemysłowe,
- Warunkami technicznymi wykonania i odbioru rurociągów z tworzyw sztucznych - Warszawa 1994,
- Polskimi Normami,
- przepisami BHP.

9.5. Odwodnienie powierzchniowe

Odprowadzenia wód powierzchniowych z jezdni i stoku przewidziano za pomocą korytek ściekowych prefabrykowanych typu SW1457 ułożonych wzdłuż pobocza po zachodniej stronie drogi. Korytka ściekowe projektuje się na podsypce piaskowej grubości 3cm. Woda z koryta ściekowego zostanie odprowadzona do projektowanej studni tworzywowej $\varnothing 600\text{mm}$, a stamtąd do przebudowywanej kanalizacji deszczowej $\varnothing 300\text{mm}$ (do studzienki S1).

Szczegóły przyjętych rozwiązań przedstawiono w części rysunkowej niniejszego opracowania.

9.6. Odwodnienie wglębne korpusu drogi

W celu odwodnienia wglębnego korpusu drogi zaprojektowano dren francuski pod korytem ściekowym ułożonym po zachodniej stronie drogi. Dren francuski należy wykonać w wąskim wykopie o szerokości dna 0,6m i głębokości -1,35m od poziomu jezdni. Ujęcie wód z drenu francuskiego przewidziano do projektowanej studni tworzywowej $\varnothing 600\text{mm}$ (tak jak wód z koryta ściekowego), za jej pośrednictwem do przebudowywanej kanalizacji deszczowej $\varnothing 300\text{mm}$ (do studzienki S1).

W konstrukcji drenu francuskiego zastosowano:

- rurkę drenarską D80,
- geowłókninę,
- wypełnienie drenu kruszywem naturalnym lub żwirem o granulacji 31,5/63mm.

Szczegóły przyjętych rozwiązań przedstawiono w części rysunkowej niniejszego opracowania.

9.7. Zabezpieczenie stateczności drogi

Uwzględniając stopień i charakter zniszczeń nawierzchni jezdni zabezpieczenie stateczności drogi projektuje się wykonać za pomocą wzmocnienia podłoża kolumnami iniekcyjnymi „jet grouting” średnicy 60cm i długości min. 6,0m. Długość kolumn należy dostosować do panujących lokalnie warunków gruntowych tak, aby zapewnić zagłębienie min. 0,5m w warstwie IIIb. Przyjęto rozstaw kolumn w siatce 1,50x1,50m z przesunięciem co drugi rząd i w dostosowaniu do istniejących sieci uzbiorzenia terenu.

Przedstawione powyżej rozwiązanie projektuje się zastosować na całkowitej długości zabezpieczanego odcinka drogi tj. na długości około 82,0m. Przedmiotowe roboty zabezpieczające spowodują ingerencję w konstrukcję jezdni. Projektuje się całkowitą odbudowę jezdni.

Szczegóły przyjętych rozwiązań przedstawiono w części rysunkowej niniejszego opracowania. Zaleca się, aby użyte materiały posiadały aprobatę techniczną ITB.

9.7.1. Technologia wykonania kolumn iniekcyjnych.

Technologia wykonania kolumn iniekcyjnych „jet grouting” polega na wierceniu otworów w podłożu gruntowym i formowaniu buław nośnych kolumn przy wykorzystaniu energii kinetycznej strumienia wypływającego z dyszy, który podczas ruchu obrotowego z jednoczesnym posuwem narzędzia wierzącego w dół i górę, urabia i wypełnia ośrodek gruntowy iniektem. W analizowanym przypadku wtłaczanym medium będzie zaczyn cementowy sporządzony z cementu portlandzkiego.

Roboty wiertniczo-iniekcyjne obejmują następujące czynności:

- zainstalowanie sprzętu,
- wytyczenie miejsc otworów iniekcyjnych,
- odwiercenie otworu o średnicy od 100mm do 150mm na projektowaną głębokość przy pomocy przewodu iniekcyjnego, którego dolna część uzbrojona jest w narzędzie wierzące, stanowiące jednocześnie iniektor umożliwiający prowadzenie iniekcji,
- wykonanie właściwego zabiegu formowania buławy kolumny.

Podczas prowadzenia zabiegu iniekcji przewiduje się zrzuty technologiczne wypływającej z otworów mieszaniny gruntowo-cementowej, w wysokości ok. 15 % zużytego do iniekcji zaczynu cementowego.

9.7.2. Kontrola jakości robót.

Kontroli podlegają:

- materiały użyte do wykonania kolumn iniekcyjnych,
- zakres robót iniekcyjnych i ich zgodność z Dokumentacją Projektową,
- wytrzymałość gruntobetonu na ściskanie.

9.7.2.1. Kontrola materiałów

Kontrola wykonywana wg wymagań określonych w dokumentacji technicznej. Zastosowane materiały muszą posiadać świadectwa potwierdzenia jakości.

9.7.2.2. Kontrola zakresu robót iniekcyjnych i ich zgodności z dokumentacją projektową

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

Dla każdej kolumny iniekcyjnej prowadzona będzie zbiorcza metryka (zał. 1), w której należy zamieścić następujące dane:

- Numer kolumny,
- Data formowania kolumny,
- Głębokość odwierconego otworu,
- Średnica otworu,
- Rodzaj zaczynu iniekcyjnego,

- Gęstość zaczynu iniekcyjnego,
- Ilość zużytego na otwór cementu w kg,
- Ciśnienie iniekcji mierzone na pompie.

W/w parametry, jak również raporty dzienne z prowadzonych robót należy odnotowywać w prowadzonym Dzienniku Prac Wiertniczo-Iniekcyjnych. Należy zachować jednoznaczną numerację kolumn iniekcyjnych.

9.7.2.3. Kontrola wytrzymałości gruntobetonu

Podczas formowania kolumn iniekcyjnych należy pobrać normowe próbki (3 próbki na każde rozpoczęte 25 kolumn) wypływającej z otworu mieszaniny gruntocementowej. Próbki przechowywane w warunkach zbliżonych do naturalnych, po 28 dniach twardnienia poddać próbie wytrzymałościowej na ściskanie. Zakłada się, że wytrzymałość tak pobranych próbek stanowi ok. 70% wytrzymałości miarodajnej dla gruntobetonu w kolumnach iniekcyjnych, która powinna wynosić $R_C \geq 7,5 \text{ MPa}$.

9.7.3. Tolerancje wykonania

- rozstaw kolumn iniekcyjnych: $\pm 10 \text{ cm}$
- głębokość formowania kolumn: $\pm 10 \text{ cm}$
- średnica kolumn: -10%
- wytrzymałość gruntobetonu na ściskanie: - 3%
- pochylenie kolumn: 1:100.

9.8. Wykonanie konstrukcji oporowej z gabionów

Projektuje się zastąpienie płyt ażurowych znajdujących się przy chodniku konstrukcją ciągłą z gabionów o wymiarach $1,0 \times 1,0 \times 1,0 \text{ m}$ (z przewężeniem w miejscu istniejącego drzewostanu). Konstrukcja z gabionów zabezpieczy istniejącą skarpe, a dodatkowo dzięki zastosowaniu materiałów wypełniających w postaci kruszywa naturalnego będzie dobrze komponować się z otaczającym terenem nie stanowiąc zatory dla migracji wód.

W miejscach gdzie istniejące drzewa zbliżają się do krawędzi chodnika uniemożliwiając zabudowę gabionu o szerokości $1,0 \text{ m}$ należy zastąpić go gabionem o szerokości $0,5 \text{ m}$ bądź zrezygnować z jego zabudowy spinając jedynie sąsiednie gabiony siatką stalową. Ostateczna decyzja odnośnie doboru typu gabionów podjęta zostanie na etapie wykonawczym w oparciu o dokładne wytyczenie geodezyjne projektowanych prac. Szczegóły przyjętych rozwiązań przedstawiono w części rysunkowej niniejszego opracowania.

9.8.1. Materiały

Celem wykonania konstrukcji oporowej z gabionów projektuje się wykorzystać:

- kosze gabionowe,
- wypełnienie kamienne koszy,
- geowłókninę.

Do budowy konstrukcji gabionowej zabezpieczającej istniejącą skarpe należy użyć koszy gabionowych, wykonanych z siatki stalowej o sześciokątnych oczkach i podwójnym splocie drutów. Niedopuszczalne jest użycie siatki o pojedynczym splocie – ogrodzeniowej, lub siatki zgrzewanej). Kosze powinny posiadać przegrody poprzeczne co 1m. Przednia ścianka i jedna z bocznych powinna być wykonana z drutu o średnicy minimum 3,9 mm w celu nadania ścianom licowym większej sztywności. Drut stalowy, z którego wykonano siatkę powinien być zabezpieczony przed korozją stopem cynkowo-aluminiowym. Kosze powinny być łączone drutem o średnicy 2,2 mm lub zszywkami ze stali o wytrzymałości 1700MPa - o tym samym zabezpieczeniu antykorozyjnym jak drut, z którego wykonana jest siatka. Zastosowany wyrób powinien być dopuszczony do obrotu na terenie RP zgodnie z odpowiednimi przepisami.

Do wypełnienia koszy należy użyć twardych, nie zwietrzałych i odpornych na działanie wody i mrozu kamieni. Mogą to być zarówno otoczaki, jak i kamień łamany. Minimalny wymiar pojedynczych kamieni nie może być mniejszy od wymiaru oczka siatki - czyli 80mm. Największe używane kamienie nie powinny przekraczać 2,5-krotnego wymiaru oczka siatki. Kamień użyty do wypełnienia koszy powinien zostać zaakceptowany przez Inżyniera Kontraktu.

Na styku koszy z gruntem należy ułożyć geowłókninę techniczną z polipropylenu o następujących parametrach:

- prędkość przepływu prostopadłego wody do płaszczyzny wyrobu: min. 0,085 m/s
- gramatura (w przypadku geowłókniny igłowanej): min. 200 g/m²
- wytrzymałość na rozciąganie (wzdłuż x szerz): min. 14 x 14 kN/m
- wytrzymałość na przebicie (CBR): min. 2600 N
- umowny wymiar porów O90% min. 80 µm
- materiał powinien być odporny na działanie wszystkich naturalnie występujących w gruncie i wodzie związków alkalicznych, kwasów, oraz oleju i benzyny.

9.8.2. Montaż i wbudowanie koszy

Montaż koszy należy przeprowadzić wg następującego schematu:

- rozłożyć i rozciągnąć każdy kosz na twardej, płaskiej powierzchni,
- zagiąć i podnieść do pionu boki kosza i przegrody wewnętrzne, tak aby uzyskać regularny prostopadłościan o wymaganej wysokości,
- sprawdzić poprawność uzyskanych wymiarów kosza i połączyć naroża wystającymi drutami brzegowymi,
- połączyć wszystkie stykające się boki i przegrody, zszywając je drutem (zaciągając naprzemiennie podwójne i pojedyncze pętle w rozstawie ok. 10cm), lub zszywkami nie rzadziej niż 20cm,
- kosz ułożyć w miejscu wbudowania na odpowiednio przygotowanym podłożu i połączyć z koszami sąsiednimi, zszywając wszystkie stykające się krawędzie,
- puste kosze połączone w grupę składającą się z kilku sztuk, należy naciągnąć i dopiero wtedy przymocować do podłoża lub niższej warstwy,
- kosze napełnić dokładnie kamieniami, tak aby nie pozostały pustki, kosze napełnić z lekkim nadładkiem, stosując w trakcie napełniania stężenia przeciwległych ścian co 1/3 wysokości kosza,

- zamknąć wieko kosza i przyszyć je do górnych krawędzi wszystkich ścianek pionowych z którymi wieko się styka (boki i przegrody wewnętrzne); mocowanie wieka należy wykonać drutem lub zszywkami w sposób podany wcześniej,
- montaż pozostałych warstw koszy wg analogicznego schematu postępowania.

Szczegóły montażu należy wykonać zgodnie z instrukcją producenta, oraz wskazaniem Inżyniera Kontraktu.

9.8.3. Kontrola jakości robót.

Kontrola polega na sprawdzeniu:

- rzędnych oraz wskaźnika zagęszczenia gruntu pod koszami,
- materiałów (kosze, kamień, geowłóknina),
- montażu i wbudowania koszy, a w szczególności: poprawności łączenia wszystkich krawędzi, geometrii konstrukcji (pochylenia, rzędna), dokładności wypełnienia kamieniem.

9.9. Wykonanie bariery energochłonnej

Przewiduje się wykonanie bariery energochłonnej typu SP-04 na odcinku drogi długości $L=8+66+8=82,0\text{m}$. Odcinki początkowy i końcowy proste obniżające barierę do poziomu gruntu. Rozstaw słupków co 2,0m.

Szczegóły przyjętych rozwiązań przedstawiono w części rysunkowej niniejszego opracowania.

9.10. Zalecenie wykonawcze.

- Przed rozpoczęciem prac wiertniczo-iniekcyjnych konieczna jest dokładna lokalizacja istniejących podziemnych sieci uzbrojenia terenu. W razie kolizji z projektowanymi pracami należy dokonać niezbędnych przekładek. Należy zachować wymagane przepisami odległości iniekcji od urządzeń obcych.
- Nie wyklucza się istnienia w terenie innych nie wskazanych w niniejszym opracowaniu urządzeń podziemnych, które nie były zgłoszone do inwentaryzacji, lub o których brak jest informacji w instytucjach branżowych.
- Położenie kolumn iniekcyjnych oraz pozostałych elementów należy wytyczyć geodezyjnie.
- Podczas wykonywania prac wiertniczo-iniekcyjnych należy potwierdzić przyjętą budowę podłoża gruntowego. W razie stwierdzenia odmiennych warunków niż określone w dokumentacji geotechnicznej, należy skontaktować się z projektantem celem podjęcia odpowiednich kroków.
- Podane wymiary należy potwierdzić na budowie, w razie odstępstw wymiary dostosować w ramach dopuszczonych w dokumentacji projektowej odchylek. Odchyłki wykraczające poza dopuszczone w dokumentacji projektowej tolerancje wymagają akceptacji projektanta.
- Ze względów technologicznych wyklucza się prowadzenie prac przy temp. poniżej -3°C .
- Podczas prowadzenia zabiegu iniekcji przewiduje się zrzuty technologiczne wpływającej z otworów mieszaniny gruntowo-cementowej, w wysokości ok. 15 % zużytego do iniekcji zaczynu cementowego.

- Długość kolumn należy dostosować do panujących lokalnie warunków gruntowych tak, aby zapewnić zagłębienie min. 0,5m w warstwie IIIB.
- Wykonawca przedmiotowych prac opracuje projekt technologiczny, w taki sposób aby rozwiązywał wszystkie problemy warunkujące prawidłowe i bezpieczne wykonanie robót stanowiących przedmiot niniejszego opracowania. Powinien też zapewnić bezpieczeństwo budowli ziemnych oraz konstrukcji i urządzeń istniejących, a także umożliwić obmiar i wycenę robót.
- Po zakończeniu projektowanego zakresu prac należy sporządzić dokumentację powykonawczą.

9.11. Środowisko

Roboty prowadzić należy sprzętem sprawnym technicznie, a szczególną uwagę należy zwrócić na szczelność systemu hydraulicznego sprzętu, tak aby nie dopuścić do zanieczyszczenia środowiska olejami. Ewentualne wycieki należy natychmiast usunąć bądź wymienić sprzęt i środki transportowe na sprawne. Po zakończeniu robót z terenu prac usunąć należy resztki materiałów i ewentualne odpady.

Zastosowany do formowania kolumn zaczyn cementowy jest materiałem mineralnym, po związaniu stanowiącym kamień cementowy neutralny dla środowiska naturalnego.

10. WYCINKA DRZEW

Nie występuje.

11. REPER WYSOKOŚCIOWY

Zgodnie z mapą sytuacyjno-wysokościową.

12. RUCH KOŁOWY NA OKRES ROBÓT

Ruch powinien odbywać się zgodnie z projektem organizacji ruchu zatwierdzonym przez zarządcę drogi.

*