



Zadanie nr 1 - pn.: Budowa Regionalnej Drogi Racibórz-Pszczyna etap I do IV: km 0,0+000 do 10+221,00 w Rybniku i Żorach.

Zadanie nr 2 - pn.: Budowa Drogi Śródmiejskiej na odcinku od ul. Obwiednia Południowa w Rybniku do Węzła Śródmiejskiego.

**Przedsiębiorstwo Usług Technicznych
INTERCOR Sp. z o.o.**

ul. Okólna 10, 42-400 Zawiercie
tel./fax. 032/67-15-307, 032/67-15-304
e-mail: sekretariat@intercor.eu

Biurowo Budowy:

ul. Zamiejska 20, 44-270 Rybnik

PROJEKT TECHNOLOGICZNY ZABEZPIECZENIA SKARP – ETAP II od km 0+425 do km 4+020

Rev. 00.1

Nazwa Kontraktu: Zadanie nr 1 - pn.: Budowa Regionalnej Drogi Racibórz-Pszczyna etap I do IV: km 0,0+000 do 10+221,00 w Rybniku i Żorach.
Zadanie nr 2 - pn.: Budowa Drogi Śródmiejskiej na odcinku od ul. Obwiednia Południowa w Rybniku do Węzła Śródmiejskiego.

Inwestor: Inwestor bezpośredni:
Miasto Rybnik
ul. Bolesława Chrobrego 2, 44-200 Rybnik



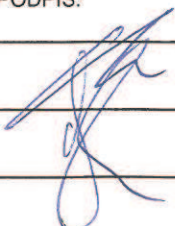
Inżynier Kontraktu: Konsorcjum:
MP-MOSTY Sp. z o.o.
ul. Dekerta 18, 30-703 Kraków
DROGOWA TRASA ŚREDNICOWA S.A.
ul. Mieszka I 10, 40-877 Katowice

 **MPMosty**



Wykonawca: **Przedsiębiorstwo Usług Technicznych INTERCOR Sp. z o.o.**
ul. Okólna 10, 42-400 Zawiercie



	DATA:	IMIĘ I NAZWISKO:	PODPIS:
OPRACOWAŁ:	18.06.2018	Bartłomiej Soroka	
ZATWIERDZIŁ:	18.06.2018	Sebastian Dobrzański	

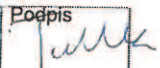
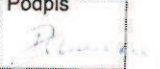


**PROJEKT TECHNICZNY
ZABEZPIECZENIA SKARP
ETAP II (od km 0+425 do 4+020)**

dla przedsięwzięcia

BUDOWA REGIONALNEJ DROGI RACIBÓRZ - PSZCZYNA

Zamawiający: Przedsiębiorstwo Usług Technicznych INTERCOR Sp. z o.o.
42-400 Zawiercie ul. Okólna 10

<u>Projektował:</u>	mgr inż. Krzysztof TOKAREK	Uprawnienia SLK/6725/PWBKb/16	05.2018	Podpis 
<u>Opracowała:</u>	mgr inż. Anna TOKAREK	Uprawnienia SLK/2873/OWOK/10	05.2018	Podpis Tokarek
<u>Opracowała:</u>	inż. Jadwiga DOBROWOLSKA	Uprawnienia -	05.2018	Podpis 

Oświadczamy, że niniejsza dokumentacja jest wykonana zgodnie z umową, obowiązującymi przepisami prawnymi oraz normami i zostaje wydana jako kompletna z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.

Pawłowice, maj 2018r.

1. CEL OPRACOWANIA.

1.1. Cel i zakres opracowania.

Celem niniejszego opracowania jest sporządzenie projektu technicznego wzmocnienia skarpy wzdłuż regionalnej drogi relacji Racibórz - Pszczyna na odcinku od km 0+425 do km 4+020.

1.2. Zawartość opracowania.

Przedmiotowa dokumentacja obejmuje:

- sposób wykonania wzmocnienia skarp,
- część rysunkowa (przedstawienie rozwiązania graficznie).

1.3. Techniczne podstawy opracowania.

Do wykonania opracowania wykorzystano:

NORMY

- [1] PN-EN 1990:2004 Eurokod 0 - Podstawy projektowania konstrukcji
- [2] PN-EN 1991-1-1 (7) Eurokod 1 - Oddziaływania na konstrukcje
- [3] PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2 - Projektowanie konstrukcji z betonu
- [4] PN-EN 1993-1-1:2006 Eurokod 3 - Projektowanie konstrukcji stalowych
- [5] PN – 90/B-03200 – Konstrukcje Stalowe – Obliczenia Statyczne i Projektowe
- [6] PN – 82/B-02001 – Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
- [7] PN – 82/B-02010 – Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
- [8] PN – 77/B-02011 – Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
- [9] PN – 82/B/-02000 – Obciążenie budowli. Zasady ustalania wartości.
- [10] PN- B – 03264: 2002 – Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone.
- [11] PN – 81 B-03020 – Posadowienie bezpośrednie budowli.
- [12] PN-83/B-03010 – Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [13] PN-81/B-O3020 – Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

PRZEPISY PRAWA

- [14] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo Budowlane (tekst jednolity Dz. U. 2016 r. poz. 290 z późn. zm.),
- [15] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego.
- [16] Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

- [17] Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U.99.43.430).

INNE

- [18] Mapa zasadnicza, mapa do celów projektowych.
- [19] Wrys z mapy ewidencyjnej.
- [20] Dokumentacja geologiczno-inżynierska sporządzona przez firmę Bazet:
 - "Budowa regionalnej drogi Racibórz - Pszczyna w km 1+950"
 - w sierpniu 2017
 - "Budowa regionalnej drogi Racibórz - Pszczyna w km 2+400"
 - w sierpniu 2017
 - "Budowa regionalnej drogi Racibórz - Pszczyna węzeł Gotartowicki w km 3+457,93" - w lipcu 2017
- [21] Dokumentacja geologiczno-inżynierska sporządzona przez firmę Geostandard w lipcu 2013.
- [22] Analiza stateczności skarp wykopowych sporządzona przez firmę Bazet w lutym i maju 2018r.

1.4. Warunki geotechniczne.

Warunki gruntowe przyjęto wg [20] oraz wg [21] na podstawie odwiertów opisanych w dokumentacji. Dla scharakteryzowania warunków geologiczno - inżynierskich dokonano podziału podłoża gruntowego na warstwy geologiczno-inżynierskie w oparciu głównie o fizyko-mechaniczne właściwości gruntów. Podstawą podziału na warstwy była stratygrafia, geneza oraz litologia podłoża. W ramach serii utworów rodzimych wydzielono warstwy łącząc grunty spoiste o zbliżonym stopniu plastyczności i niespoiste o podobnym uziarnieniu i stopniu zagęszczenia. Badaniom makroskopowym poddano próbki gruntu o naturalnej wilgotności, ze wszystkich charakterystycznych gruntów z całego profilu podłoża działki. Badania wykonano zgodnie z Polskimi Normami oraz Normami PN-ISO. Parametry mechaniczne takie jak: kohezja, kąt tarcia wewnętrznego i moduł ścisłości edometrycznej przyjęto z normy PN-81/B-03020. Parametry mechaniczno-fizyczne wydzielonych w podłożu warstw geotechnicznych obliczono z formuł opartych o PN/B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe.

1.5. Etapowanie budowy.

Fragment skarpy będący przedmiotem opracowania znajduje się w drugim etapie inwestycji pt. "Budowa drogi regionalnej Racibórz-Pszczyna".

1.6. Stan istniejący.

Na odcinku projektowanego zabezpieczenia skarp wykarczowano drzewa, wyburzono kolidujące z inwestycją budynki i zabudowania oraz usunięto wierzchnią, urodzajną warstwę gruntu.

2. CHARAKTERYSTYKA PROJEKTOWANEGO ROZWIĄZANIA.

2.1. Forma projektowanego umocnienia.

Zabezpieczenie skarpy zaprojektowano z podziałem na odcinki, przy pomocy geosiatki antyerozyjnej (odcinek nr 1) lub geomaty polimerowej z siatką stalową przytwierdzonej do konstrukcji skarpy gwoździami gruntowymi (odcinki nr 2 do nr 7).

Zwracamy uwagę, że brak lub niewłaściwe zabezpieczenie skarpy przed migracją wód powierzchniowych (brak odwodnienia powierzchniowego i/lub nieodpowiednie spadki terenu przyległego) mogą doprowadzić do zniszczenia skarpy, jej struktury (nawet zbrojonej) i spowodować głęboki poślizg. Jednym z najważniejszych działań zabezpieczających skarpe przed osuwaniem jest uregulowanie stosunków wodnych w terenie – wykonanie odpowiedniego systemu ujęć wód powierzchniowych. Brak systemu odwodnieniowego prowadzi do infiltracji wód opadowych w głąb podłoża gruntowego, zwiększenia obciążenia skarpy i w efekcie osunięcia mas. Przesączająca się woda w szczególności może doprowadzić do uplastycznienia warstw utworów spoistych budujących skarpe. Zaleca się zatem dla właściwego zabezpieczenia skarpy przed osuwaniem uregulowanie stosunków wodnych na przedmiotowym terenie oraz wykonanie odpowiedniego systemu ujęć wód powierzchniowych. Projekt zagospodarowania terenu inwestycji oraz terenu przyległego do inwestycji wraz z systemami odwodnienia nie są przedmiotem niniejszego projektu technologicznego zbrojenia skarpy.

2.2. Podstawowe parametry techniczne.

Parametry techniczno-geometryczne:

Odcinek nr 1 od km 1+910 do km 1+980 skarpa prawa

Długość skarpy u podnóża:	66,36 m
Maksymalna wysokość skarpy:	5,00 m
Umocniona powierzchnia skarpy (w rzucie / rzeczywista):	588 / 752 m ²
	(+162 m ² dodatek na mocowanie)

Odcinek nr 2L od km 2+320 do km 2+480 skarpa lewa

Długość skarpy u podnóża:	160 m
Maksymalna wysokość skarpy:	8.48 m
Umocniona powierzchnia skarpy (w rzucie / rzeczywista):	1749/ 2101 m ²

Odcinek nr 2P od km 2+320 do km 2+480 skarpa prawa

Długość skarpy u podnóża:	160 m
Maksymalna wysokość skarpy:	7.62 m
Umocniona powierzchnia skarpy (w rzucie / rzeczywista):	1615/ 1948 m ²

Odcinek nr 3 od km 3+200 do km 3+280 skarpa lewa

Długość skarpy u podnóża:	78.5 m
Maksymalna wysokość skarpy:	7.30 m
Umocniona powierzchnia skarpy (w rzucie / rzeczywista):	607/ 729 m ²

Odcinek nr 4 od km 3+340 do km 3+440 skarpa lewa

Długość skarpy u podnóża:	108 m
Maksymalna wysokość skarpy:	9,57 m
Umocniona powierzchnia skarpy (w rzucie / rzeczywista):	850 / 1201 m ²

Odcinek nr 5 od km 0+120 do km 0+200, ul. Gotartowicka, skarpa prawa

Długość skarpy u podnóża:	85.2 m
Maksymalna wysokość skarpy:	7.70 m
Umocniona powierzchnia skarpy (w rzucie / rzeczywista):	751/ 902 m ²

Odcinek nr 6 oraz 7P od km 3+510 do km 4+020 skarpa prawa

Długość skarpy u podnóża:	511,17 m
Maksymalna wysokość skarpy:	8,42 m
Umocniona powierzchnia skarpy (w rzucie / rzeczywista):	4306,9 / 5174 m ²

Odcinek nr 7L od km 3+760 do km 4+020 skarpa lewa

Długość skarpy u podnóża:	259,58 m
Maksymalna wysokość skarpy:	8,13 m
Umocniona powierzchnia skarpy (w rzucie / rzeczywista):	2560,3 / 3075 m ²

Uwaga!

W przedmiarze nie uwzględniono zakładów siatek.

3. TECHNOLOGIA WYKONANIA POSADOWIENIA.

3.1. Materiały.

Odcinek nr 1

Zabezpieczenie antyerozyjne

- siatka antyerozyjna wykonana z poliestru z ochronną powłoką polimerową
- wytrzymałość na rozciąganie siatki min 14kN/m,
- wytrzymałość na przebicie siatki min 1kN.

Pozostałe odcinki:

Powierzchnia skarpy:

Do powierzchniowego umocnienia przeciwoerozyjnego skarp należy używać geomaty przeciwoerozyjnej z monofilamentów polipropylenowych:

- wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż: $\geq 1,0 \text{ kN/m}$;
- grubość: $\geq 10 \text{ mm}$
- gramatura: $\geq 230 \text{ g/m}^2$
- kolor geomaty: zielony lub czarny

Jako oblicowanie powierzchniowe należy zastosować siatkę stalową o następujących parametrach:

- wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż: $\geq 50 \text{ kN/m}$;
- średnica drutu stalowego $\geq 2,2 \text{ mm}$
- zabezpieczenie przed korozją cynk - aluminium (ZnAl) $\geq 240 \text{ g/m}^2$
- wytrzymałość na przebicie $\geq 65 \text{ kN}$
- ugięcie przy obciążeniu maksymalnym $\max 600 \text{ mm}$

Zbrojenie wgłębne:

- gwoździe gruntowe (samowierćące) , nośność charakterystyczna żerdzi min $F_{pk}=210 \text{ kN}$,
- zabezpieczenie antykorozyjne w postaci szczelnej otuliny,
- żerdź ocynkowana - ostatnie 3,0 m lub 4,0m (dla gwoździ 4,0 m),
- nakrętka systemowa - ocynkowana,
- łączniki,
- dystansery.

3.2. Sprzęt.

Do wykonania robót związanych z zabezpieczeniem powierzchni pochyłych należy przygotować następujący sprzęt:

- służący do wyrównania powierzchni gruntowych obiektu: mechaniczny lub do prac ręcznych, łopaty, widły, grabie, packi drewniane lub plastikowe, itp.
- drabiny wykonane z desek (poprzecznice + stopnie) względnie z aluminium (z szerokimi stopniami), do wykonywania prac na powierzchni obiektu
- siewnik;
- palownica (maszyna wiertnicza), ewentualnie dźwig
- sprzęt drobny (podręczne narzędzia budowlane: łopaty, młoty, ubijaki), ewentualnie młotek udarowy (elektryczny względnie pneumatyczny) do mechanicznego wbijania niejednokrotnie wielu tysięcy szpilek metalowych.

3.3. Transport.

Materiały do wykonania zabezpieczenia mogą być przewożone dowolnymi środkami transportu do tego przeznaczonymi. Należy je umieścić równomiernie na całej powierzchni ładunkowej i zabezpieczyć przed spadaniem lub przesuwaniem oraz przestrzegać zaleceń producenta.

3.4. Wykonanie robót.

3.4.1. PRACE PRZYGOTOWAWCZE

Prace należy rozpocząć od rozbiórki elementów obecnego wyposażenia terenu, które w trakcie prac mogłyby ulec uszkodzeniu. Następnie należy zlokalizować występujące media na skarpie. W tym celu należy wykonać odkrywki ręczne we wszystkich charakterystycznych miejscach sieci. Należy prawidłowo zabezpieczyć sieci przed wykonaniem robót. Prace należy wykonać zgodnie z uzgodnieniami i przy nadzorze zarządców uzbrojenia.

3.4.2. ZABEZPIECZENIE SKARPY

Odcinek nr 1 - zabezpieczenie antyerozyjne.

Powierzchnię pochyłą przeznaczoną do zazielenienia należy wyrównać i oczyścić z wystających kęp darniny, wszelkiego typu kamieni oraz grud większych jak 20 mm itp. Na koronie korzystnie jest wykonać jednostronny spadek powierzchni gruntowej w kierunku przeciwnym do pochylenia powierzchni poziomej, nie mniejszy niż 2%. Wzdłuż górnej krawędzi płaszczyzny należy wykopać rowki do kotwienia geosiatki, o wymiarach równych min. 20 cm x 30 cm. Na koronie rowek ten powinien się znajdować w odległości (minimalnie): 1,2m od górnej krawędzi; najkorzystniej

1,5m lub więcej. Wzdłuż dolnej krawędzi powierzchni siatka musi być ułożona pod naskarpową płytką betonową.

Humus (ziemia urodzajna o dużej zawartości substancji organicznych [min. 10%]), powinien być wykonany zgodnie z założeniami projektu zasadniczego. Grubość pokrycia ziemią urodzajną powinna wynosić min. 15 cm po zagęszczeniu (ręcznym lub mechanicznym).

Przed przystąpieniem do siewu, korzystnie jest lekko nawilżyć całą powierzchnię skarpy zraszaczem małokropelkowym, tak aby humus był minimalnie wilgotny (nie mokry). Obsiew należy wykonywać ręcznie lub ręcznym siewnikiem, po dokładnym odmierzeniu ilości nasion.

Rozkładanie geosiatki należy rozpocząć od zakotwienia geosiatki w górnym rowku tzn. wprowadzenia krawędzi geosiatki do rowka i zasypania go i zagęścić. Po zakotwieniu górnej krawędzi geosiatki należy poprowadzić rolkę lub odmierzony kawałek w dół powierzchni poziomej, naciągnąć możliwie mocno (lekkie naprężenie geosiatki jest nawet konieczne) i zamocować w dolnej części. Kolejne pasy geosiatki powinny być układane ściśle i dokładnie obok siebie, ewentualnie z zakładem – „pas na pas” - równym max 5 cm.

Mocowanie (szpilkowanie) geosiatki szpilkami stalowymi powinno się rozpocząć od przymocowania styków (zakładek) geosiatek w rozstawie szpilek co 120 cm w pionie. Następnie szpilki należy rozmieścić na całym pozostałym obszarze. W trakcie szpilkowania należy posługiwać się linką rozpiętą między skrajnymi szpilkami (w poziomie i w pionie) w celu równego rozplanowania szpilek. Nad geosiatką należy pozostawić około 5 cm wystającej szpilki dla następującego po czynności szpilkowania zamocowania sznurków.

Odcinek nr 2 - zabezpieczenie gwoździami i siatką stalową.

Prace związane z gwoździowaniem prowadzone będą równolegle z pracami ziemnymi, wykonaniem wykopów. Po ukształtowaniu odcinka skarpy o wysokości do około 2 metrów należy wykonać palowanie gwoździami odkrytego odcinka skarpy. Należy stosować gwoździe stalowe o nośności charakterystycznej 210kN i długości i rozstawie opisanym w załącznikach graficznych. Nachylenie gwoździ względem poziomu wynosi 25° i należy je wstępnie napiąć siłą o wartości 30 kN (nie wcześniej niż po 14 dniach od wykonania gwoździ). Należy zastosować kompletny system wg zaleceń producenta (w tym np.: płytki kotwiące i nakrętki). Wraz z pogłębianiem

wykopu wykonywać kolejne gwoździe. Jeżeli w skarpie powstaną ubytki należy wypełnić je materiałem kamienno-żwirowym o uziarnieniu 8-120 mm. Następnie na całej zabezpieczanej skarpie należy ułożyć geomatę z siatką stalową.

W miejscach ewentualnych kolizji z uzbrojeniem można zmienić układ gwoździ (rozmieszczenie, kąt nachylenia) traktując zbrojenie opisane powyżej jako minimalne.

3.4.3. TECHNOLOGIA I WSZECHSTRONNOŚĆ ROZWIĄZANIA

Gwoździowanie jest metodą zbrojenia wgłębnego gruntu. Polega na wytworzeniu w obrębie górotworu (skarpy, wykopu, nasypu) materiału geokompozytowego (struktury, bryły) o znacznie wyższych parametrach wytrzymałościowych względem pierwotnych parametrów gruntowych wzmacnianego ośrodka. Idea gwoździowania gruntu jest znana od kilku dziesięcioleci, jednak dopiero rozwój odpowiednich technologii pozwolił na pełne wykorzystanie jej zalet i możliwości.

Dla gwoździowania jako metody zbrojenia gruntu najistotniejsza jest efektywność zespolenia gwoździ z gruntem – im jest ona wyższa, tym formowany wgłębnie geokompozyt jest bardziej jednorodny („monolityczny”), a wzrost parametrów wytrzymałościowych wyraźniejszy. Dlatego też zastosowanie odpowiedniej technologii decyduje w znacznej mierze o efekcie końcowym. Najbardziej wydajne zarówno pod względem technicznym, jak i ekonomicznym są technologie tzw. gwoździ samowiercących (self-drilling soil nails – wiercenie z jednoczesną iniekcją przy użyciu zestawu traconych elementów przewodu wiertniczego, pełniących następnie funkcję zbrojenia gwoździa) lub technologii z przewiertem wstępnym, która polega na wykonaniu w pierwszej kolejności przewiertu o pożądanej długości i średnicy, a następnie montażu zbrojenia i iniekcji otworu zaczynem cementowym.

Do wykonywania gwoździ wykorzystywane są najczęściej żerdzie o przekroju rurowym. Końcówka żerdzi wyposażona jest w traconą koronkę wiertniczą, dobraną odpowiednio do rodzaju gruntu (najczęściej stosowane są koronki o średnicach z przedziału 75 do 150 mm). Nośności projektowe gwoździ zawierają się zazwyczaj w przedziale od 10 do prawie 500 kN. Wykorzystując grunt in situ jako element konstrukcyjny, uzyskuje się bezpieczne, eleganckie inżyniersko konstrukcje o praktycznie dowolnej geometrii, przy odpowiednim dopełnieniu gwoździowania systemem oblicowania elastycznego. W przypadku gwoździ długości 4 m dopuszcza

się ich wykonanie bez traconej koronki, to jest z przewiertem wstępnym wykonanym koronką wiertniczą dobraną odpowiednio do rodzaju gruntu. Dopuszcza się również możliwość zastosowania innej, zaakceptowanej przez Inżyniera techniki wiercenia np. z zastosowaniem rur osłonowych na całej długości otworu wiertniczego.

Obliczanie zewnętrzne skarpy składa się z siatki stalowej wysokiej wytrzymałości, którą mocuje się do głowic gwoździ przy pomocy systemowych płytek kotwiących. Dla poprawy wyglądu często stosuje się pod siatką maty wegetacyjne (przeciwoerozyjne) do lepszego uкорнення się roślinności na skarpie. W odróżnieniu od stosowanych czasami mat przeciwoerozyjnych lub siatek stalowych o niskich wytrzymałościach, system jest wyjątkowo wytrzymały, a poprawność rozwiązania można weryfikować przy użyciu wielu programów obliczeniowych. Dodatkowo wszystkie elementy systemu często zabezpieczone są przed korozją nawet na ok. 100 lat.

Możliwość sprawnego funkcjonowania gwoździ z elastycznym systemem zabezpieczenia powierzchniowego pozwala wtopić konstrukcję w otoczenie, a więc uzyskać efekt „zielonego” wykończenia, z pokrywą wegetacyjną. Konstrukcje oporowe formowane w technologii ścian gwoździowanych, z uwagi na odmienny charakter pracy, są znacznie bezpieczniejsze i łatwiejsze w użytkowaniu niż tradycyjne konstrukcje oporowe z kotwami sprężanymi (problem z utrzymaniem sił sprężających, korozją). Dodatkowo zaobserwowano, że tego typu konstrukcje dzięki swojej „elastyczności” świetnie sprawdzają się na terenach aktywnych sejsmicznie (stąd np. ich olbrzymia popularność w Japonii) oraz na terenach wpływów górniczych.

Z uwagi na szereg wyjątkowych cech oraz bogactwo doświadczeń, systemy gwoździowania stały się ważnym narzędziem do rozwiązywania problemów geotechnicznych przy realizacji wielu ważnych inwestycji drogowych.

Technologiczne zalety gwoździ iniekcyjnych stają się szczególnie widoczne w przypadku obiektów zlokalizowanych w genetycznie słabym ośrodku gruntowym (typu np. drobnorytmicznego fliszu karpackiego z zaangażowaną mikrotektoniką) lub w ośrodkach osłabionych procesami geodynamicznymi. Wyjątkowy sposób osadzania gwoździ (wiercenia z jednoczesną iniekcją) pozwala nie tylko spiąć strefę aktywną i bierną form osuwiskowych, ale również zapewnić głębokie wzmocnienie iniekcyjne samego ośrodka, zwłaszcza w strefie poślizgu. Rozwiązanie to jest

niezwykle skuteczne i pozwala na nadane zabezpieczeniom lekkiej, eleganckiej inżyniersko formy, ograniczając tym samym znacząco zakres prac ziemnych, np. wymiany gruntu czy rozbiórki i formowania masywnych konstrukcji podpierających.

Pomysłem absolutnie wyjątkowym, stworzonym z myślą o osuwiskach, są gwoździe drenujące. Do iniekcji wykorzystuje się specjalną mieszankę cementową, która powoduje powstanie porowatej struktury kamienia cementowego o współczynniku filtracji rzędu $k = 10^{-4}$ m/s. Porowatość efektywna buławy gwoździ drenujących w połączeniu z rozstawem gwoździ daje możliwość skutecznej, szybkiej redukcji ciśnienia porowego w strefie poślizgu.

3.5. Kontrola jakości robót.

Przed przystąpieniem do wykonywania robót należy sprawdzić:

- poprawność wytyczenia skarpy i gwoździ gruntowych,
- zgodność rzędnych terenu z danymi w Projekcie technicznym i budowlanym,
- sprawdzić materiały.

Sprawdzeniu i kontroli w czasie wykonywania robót oraz po ich zakończeniu winny podlegać następujące zagadnienia:

- zgodność wykonania robót z Dokumentacją Projektową,
- roboty pomiarowe,
- przygotowanie terenu.

4. WYCIĄG Z OBLICZEŃ STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

4.1. Wstęp.

Przedmiotem obliczeń jest sprawdzenie stateczności skarpy w poszczególnych etapach wykonania zabezpieczenia oraz w stanie docelowym. W niniejszym opracowaniu posłużono się opracowaniem obliczeniowym [22]. Komplet obliczeń znajduje się w archiwum jednostki projektującej.

4.2. Zastosowane schematy statyczne.

Do wykonania obliczeń wykorzystano metodę elementów skończonych, przestrzennych (bryłowych).

Założenia przyjęte do obliczeń

Wszelkie parametry gruntów zaczerpnięto z dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Do obliczeń przyjęto geometrię skarpy na podstawie wykonanej inwentaryzacji.

Grunty scharakteryzowano za pomocą następujących parametrów:

- φ - kąt tarcia wewnętrznego [°],
- c – spójność [kPa],
- γ – gęstość objętościowa [kN/m³].

4.3. Obciążenia.

Obciążenia przyjęto wg normy PN-82/B-02000 „Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości” oraz norm powiązanych.

4.4. Wyniki.

Obliczenia stateczności wykonano metodą globalnego współczynnika stateczności, wyznaczając kołowe linie poślizgu wg Bishop'a (metoda pasków) dla stanu budowlanego oraz końcowego użytkowania budowli.

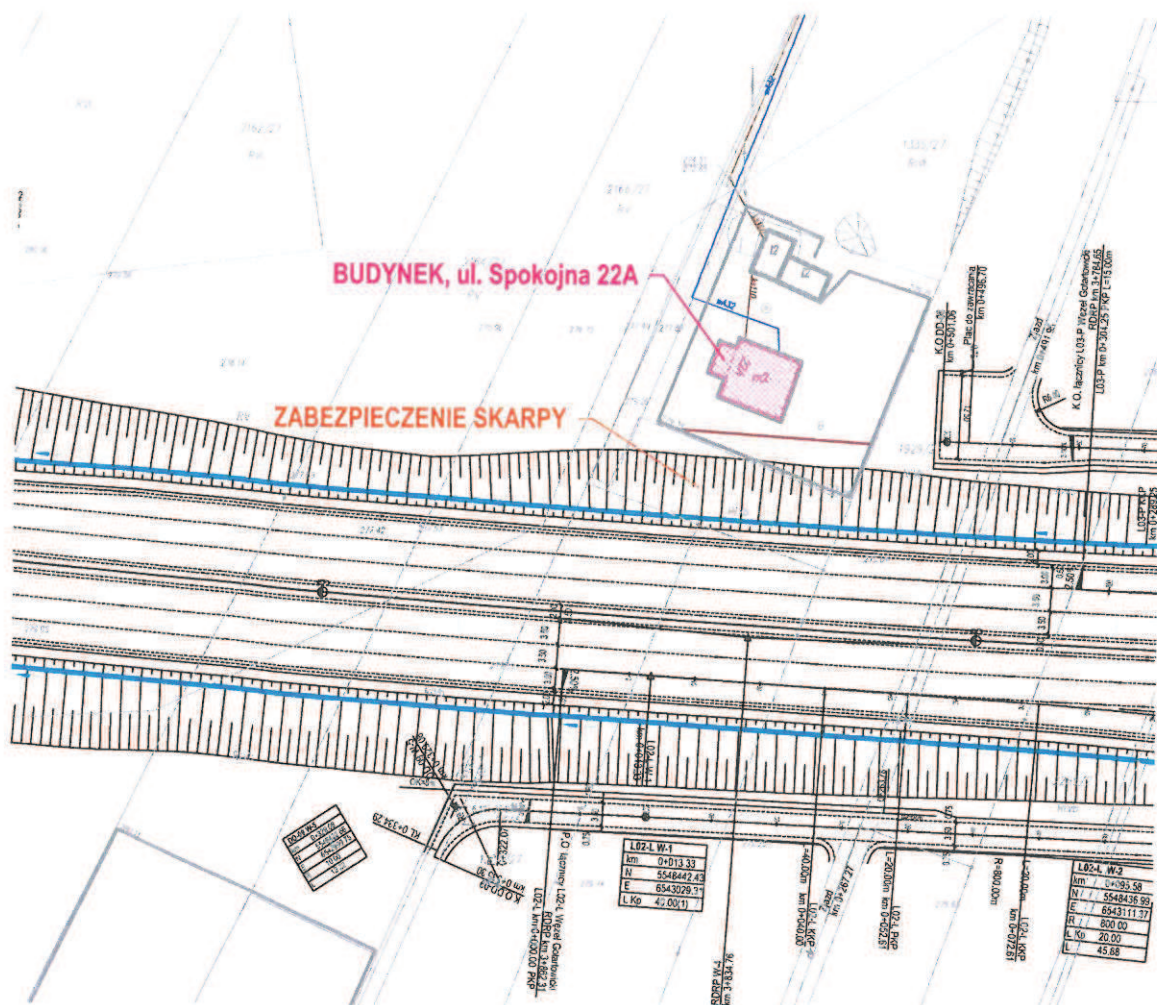
We wszystkich elementach nie zostały przekroczone dopuszczalne naprężenia wytrzymałościowe (min współczynnik bezpieczeństwa wynosi 1,3).

Szczegółowe oraz graficzne zestawienie wyników obliczeń stateczności dla ekstremalnie wyężonych przekrojów dołączono w załączniku. "Analiza stateczności skarp".

5. ISTNIEJĄCY BUDYNEK W KM 3+850

W km 3+850 w bezpośredniej odległości budowanego wykopu znajduje się obiekt kubaturowy:

- budynek przy ul. Spokojnej 22A wraz z budynkami gospodarczymi – odległość ok. 6,2 m od krawędzi skarpy (plan sytuacyjny poniżej).



W istniejących warunkach gruntowo-wodnych zaleca się wykonanie dodatkowego zabezpieczenia budynku zlokalizowanego blisko projektowanej górnej krawędzi skarpy wykopowej w km 3+850 przed niekorzystnymi zmianami warunków nośności w strefie posadowienia jego fundamentów, na skutek drgań mechanicznych powstałych specyfiką wykonywanych prac budowlanych przy wykonywaniu robót wykopowych i/lub zjawisk sufozji w trakcie robót lub eksploatacji obiektu.

W przypadku przedmiotowego istniejącego budynku w bezpośredniej bliskości skarpy w km 3+850, zastosowane umocnienie skarp w formie gwoździowania zabezpiecza skarpę jedynie przed wystąpieniem erozji, nie jest i nie może być traktowane jako zabezpieczenie fundamentów obiektu. Istniejący budynek jest bardzo blisko krawędzi skarpy i każde ewentualne ruchy w rejonie skarp będą wpływać na parametry posadowienia obiektu. Tak głębokie wykopy spowodują również znaczny ruch wód podziemnych i zjawisko sufozji. W przypadku znacznych

opadów atmosferycznych może również nastąpić przebicie hydrauliczne w podstawie skarpy.

Nie ma wątpliwości, że ewentualna naprawa istniejącego budynku może przerosnąć koszty samego jego zabezpieczenia. Należy zatem rozważyć wykonanie dodatkowego umocnienia wykopów oraz strefy górnej części skarpy w rejonie budynku, aby nie dopuścić do takiej sytuacji. W celu zabezpieczenia fundamentów budynku proponuje się wykonanie przed pracami wykopowymi, palisady wzdłuż górnej krawędzi skarp np. z pali CFA. Brak odpowiedniego zabezpieczenia budynku przed przystąpieniem do wykonywania wykopów może spowodować jego uszkodzenie.

6. ZBIORCZE ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW

Odcinek	Powierzchnia rzeczywista skarpy [m ²]	Ilość gwoździ gruntowych [szt./długość]	Ilość siatki stalowej z zakładami i zakotwieniami [m ²]	Ilość siatki antyerozyjnej z zakładami i zakotwieniami [m ²]
Odcinek nr 1 od km 1+910 do km 1+980 skarpa prawa	588	0	0	870
Odcinek nr 2L od km 2+320 do km 2+480 skarpa lewa	2101	391 / 4m	2261	0
Odcinek nr 2P od km 2+320 do km 2+480 skarpa prawa	1948	421 / 4m	2108	0
Odcinek nr 3 od km 3+200 do km 3+280 skarpa lewa	729	147 / 4m	810	0
Odcinek nr 4 od km 3+340 do km 3+440 skarpa lewa	1201	50 / 10m 50 / 11m 250 / 12m	1310	0
Odcinek nr 5 od km 0+120 do km 0+200, ul. Gotartowicka, skarpa prawa	902	171 / 4m	998	0
Odcinek nr 6 oraz 7P od km 3+510 do km 4+020 skarpa prawa	5174	1027 / 4m	5687	0
Odcinek nr 7L od km 3+760 do km 4+020 skarpa lewa	3075	616 / 4m	3335	0
Łącznie:	15718	3123 / 15142	16509	870