

OPIS TECHNICZNY

1.1. Dane ogólne

1.1.1. Zakres i cel opracowania

Zakres opracowania obejmuje projekt budowlany konstrukcji skoczni narciarskich HS16 i HS30 z budynkiem zaplecza, który będzie zlokalizowany na działkach nr 7767/1, 7767/2, 7768/3, 7769/2, 7766/1, 7766/2, 7764/4, 7764/1, 7763/2, 7768/4, 7769/1 obręb Chochołów, które znajdują się w Chochołowie.

1.1.2. Dokumentacja wyjściowa

- Projekt architektoniczny autorstwa pracowni projektowej "CADO" z siedzibą w Bielsku-Białej ul. Młyńska 74
- DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKA wykonana w maju 2016r przez firmę „SOil Geo” Nowy Targ al. Szufłów 20a – mgr Sławomir Olesiak.

1.1.3. Normy budowlane

Podstaw techniczny projektu konstrukcyjnego są Polskie Normy:

PN-82/B-02000	Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
PN-82/B-02001	Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
PN-82/B-02003	Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montowe.
PN-82/B-02004	Obciążenia budowli. Obciążenia w zmiennych technologicznych. Obciążenie pojazdami.
PN-80/B-02010/ Az1:2006	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
PN-77/B-02011/ Az1:2009	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
PN-81/B-03020	Grunty budowlane. Posadowienie bezpodłazne budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN-B-03264:2002	Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN-90/B-03200	Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN-B-03215:1998	Konstrukcje stalowe. Konstrukcje stalowe. Połączenia z fundamentami. Projektowanie i wykonanie.
PN-EN 1997-1	Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne
PN-EN 14199	Wykonawstwo specjalistycznych robót geotechnicznych – Mikropale
PN-EN 14490	Wykonawstwo specjalistycznych robót geotechnicznych – Głębokie grunty
Instrukcje, Wytyczne, Poradniki ITB nr 424/2006. „Ocena stateczności skarp i zboczy. Zasady wyboru zabezpieczeń”, Warszawa 2006	
Wysokiński L., Instrukcje, Wytyczne, Poradniki ITB nr 424/2011. „Ocena stateczności skarp i zboczy. Zasady wyboru zabezpieczeń”, Warszawa 2011	

1.1.4. Założenia projektowe

1.1.4.1. Materiały budowlane konstrukcyjne

Beton konstrukcyjny:

zbrojenie główne:

- konstrukcja nadziemna:
- fundamenty skoczni:
- fundamenty budynku
- płyta stropowa:

B30 (C25/C30)

B30 (C25/C30)

B25 (C20/C25)

B30 (C25/C30)

Stal zbrojeniowa:

- zbrojenie główne:
- zbrojenie rozdzielcze:
- strzemiona:

A-IIIIN (RB500W)

A-IIIIN (RB500W)

A-IIIIN (RB500W)

Otulinie zbrojenia:

- 2.0cm (konstrukcja nadziemna)
- 5,0cm (fundamenty)

Elementy cienne:

- ciany no ne wewn trzne i zewn trzne parteru :
- ciana w osi b1 jako elbetowa;
- ciany pozostałe no ne parteru murowana z cegły silikatowej

Stal konstrukcyjna:

St3SX (S235JRG1)

Wszystkie materiały i wyroby hutnicze powinny mie za wiadczenie jako ci zgodne z PN-EN 45014:2000 lub wyniki bada laboratoryjnych potwierdzaj ce wymagan jako . Jako wyrobów hutniczych powinna by potwierdzona dokumentami kontroli wg PN-EN 10204:2004:- za wiadczenie o jako ci „2.1”

Wyroby walcowane na gor co wg PN EN 10025: grudzie 2002.

1.1.4.2. Obci enia

Wielko przyj tych obci e wynika z kryterium minimalnych obci e normowych i wynosi:

- | | |
|---|-----------|
| ▪ obci enie u ytkowe pokoi i pomieszcze (wg PN-82/B-02003, tab.1, A.p.4) | 2,00kN/m2 |
| ▪ obci enie u ytkowe tarasów (wg PN-82/B-02003, tab.1, D.p.5) | 3,00kN/m2 |
| ▪ obci enie u ytkowe tarasów ratrakiem (wg PN-82/B-02004, tab.2, .p.6) | 7,50kN/m2 |
| ▪ nieg 5 strefa (nieg zlodowaciały grub. 0,30 m) - Q_k (wg PN-86/B-02010/Az1:2006) | 2,20kN/m2 |
| ▪ wiatr III strefa q_k (wg PN-77/B-02011) | 0,40kN/m2 |

1.1.4.3. Warunki gruntowo-wodne

Według:

- DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO – IN YNIERSKA wykonana w maju 2016r przez firm „SOil Geo” Nowy Targ al. Szufłów 20a – mgr Sławomir Olesiak.

1.1.4.4. Okre lenie kategorii geotechnicznej

Z uwagi na lokalizacj projektowanej inwestycji w obr bie terenu na którym, wyst puj niekorzystne zjawiska geodynamiczne tj. okresowo aktywne osuwisko, wszelkie roboty budowlane ziemne, fundamentowe w tym specjalistyczne roboty in ynierskie prowadzone musz by pod sta nadzorem geologiczno - geotechnicznym.

W celu poprawienia gospodarki wodnej w obr bie osuwiska musz by wykonane drena e odwadniaj ce powy ej planowanej inwestycji.

Natomiast zgodnie z rozporz dzeniem *Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych,* z dnia 25 kwietnia 2012 warunki gruntowe zalicza si do **skomplikowanych** obiekty budowlane posadawiane w skomplikowanych warunkach gruntowych / wyst powanie niekorzystnych zjawisk geologicznych tj. osuwiska/ zalicza si do **III kategorii geotechnicznej**.

1.1.5. Metody oblicze konstrukcji

Obliczenia statyczne i wymiarowanie elementów konstrukcji przeprowadzono przy pomocy licencjonowanych programów obliczeniowych opartych na metodzie elementów sko czonych oraz na polskich normach wymiarowania konstrukcji RM-WIN, PL-WIN autorstwa Biura Komputerowego Wspomagania Projektowania Cadsis z Opola.

Szczegóły dotycz ce analizy statycznej i wymiarowania elementów konstrukcyjnych dost pne s w archiwum projektanta

2. Konstrukcja projektowana obiektu

2.1 Konstrukcja projektowana budynku zaplecza

Budynek zaplecza został zaprojektowany w konstrukcji tradycyjnej ze stropodachem elbetowym płytowym monolitycznym opartym na ebrach i słupach. ciany zewn trze i no ne parteru zaprojektowano jako w cz ci elbetowe gr.25cm oraz murowane z cegły silikatowej gr.25 cm wzmocnionych rdzeniami elbetowymi.

1.2.1. Konstrukcja fundamentów

Budynek będzie posiadał posadowienie bezpodłazne w postaci belbetowych ław fundamentowych gr.30cm oraz belbetowych ciał fundamentowych gr.25cm

Fundamenty należy wykonać z betonu klasy B25 i stali klasy A-IIIIN. Otulenie prętów zbrojenia 5cm.

Schemat posadowienia pokazano w części rysunkowej opracowania.

Fundamenty wykonana na podkładzie z chudego betonu grubości ~10cm oraz warstwie papy termozgrzewalnej. Powierzchnie stykające się z gruntem pokryć hydroizolacją powłokową nanoszoną zgodnie z instrukcją producenta masy.

Przestrzeź pomiędzy ciałami oporowymi i pod warstwami posadzki wypełnić gruntem niespoistym zagęszczonym warstwami do $\lambda_s=0,97$.

1.2.2. Ciany nożne

Ciało zewnętrzne parteru obciążone parciem gruntu zeskoku projektuje się jako belbetowe grubości 25 cm z betonu klasy B25 wodoodpornego „W2” nieprzemakalnego, stali klasy AIIIIN. Otulenie prętów zbrojenia 5,0cm

Pozostałe ciany wewnętrzne i zewnętrzne parteru projektuje się jako murowane o grubości 25 cm z cegły silikatowej klasy 20 na zaprawie cementowej lub klejowej marki 5

Nad otworami drzwiowymi w cianach murowanych nożnych projektuje się nadproża prefabrykowane belbetowe L-19.

1.2.3. Słupy belbetowe

Uzupełnienie ciał nożnych zewnętrznych i wewnętrznych stanowi słupy belbetowe o przekroju 25 x 25 cm i 30 x 30 cm.

Słupy belbetowe wykonana z betonu klasy B30, stali klasy AIIIIN. Otulenie prętów zbrojenia 2,0cm.

1.2.4. Belki belbetowe

Układ budynku składa się z ciał belek i słupów belbetowych. Belki stanowią całość z płyt belbetowych stropodachu. Belki projektuje się jako belbetowe o przekrojach 25 x 45 i 30 x 40 określonych na schematach konstrukcyjnych i rysunkach.

Belki wykonana z betonu klasy B30, stali klasy A-IIIIN. Otulenie prętów zbrojenia 2,0cm.

1.2.5. Wiece belbetowe

W poziomie stropów na ciałach konstrukcyjnych zewnętrznych i wewnętrznych, zostaną wykonane obwodowe wiece belbetowe o przekrojach 25 x 45 cm.

Wiece belbetowe wykonana z betonu klasy B30, stali klasy A-IIIIN. Otulenie prętów zbrojenia 2,0cm.

1.2.6. Stropodach belbetowy

Zaprojektowano jako belbetowy, płytowy, zbrojony krzyżowo o grubości 20 cm oparte na belkach i wiciach belbetowych.

Strop belbetowy wykonana z betonu klasy B30 wodoodpornego „W2” nieprzemakalnego, stali klasy A-IIIIN. Otulenie prętów zbrojenia 2,0cm.

Układ i rozmieszczenie elementów stropu pokazano na schematach konstrukcyjnych.

1.2.7. Ciany attykowe

Ciany attykowe projektuje się jako murowane o grubości 25 cm z cegły silikatowej klasy 20 na zaprawie cementowej lub klejowej marki 5 z belbetowymi rdzeniami 25 x 25 cm i belbetowym wiciem 25 x 25 cm w poziomie zakończenia attyki.

Elementy belbetowe wykonana z betonu klasy B30, stali klasy A-IIIIN. Otulenie prętów zbrojenia 2,0 cm.

2.2 Konstrukcja projektowana skoczni

Skocznia została zaprojektowana w konstrukcji stalowej opartej na fundamentach belbetowych.

2.2.1. Konstrukcja fundamentów

Skocznie będą posiadały posadowienie podłazne w postaci systemu mikropali spitych belbetowymi belkami oczepowymi ław fundamentowych gr.60cm oraz wysokość 80 cm.

Progi skoczni zaprojektowano jako otwarte z dołu skrzynie elbetowe o cianach grubo ci 60 cm opartych na mikrofalach. Wn trze skrzyni wypełni pospółk zag szczo do $l_s=0,97$. Skrzynie zamkni te s z góry płyt elbetow o grubo ci 10 cm.

Fundamenty nale y wykona z betonu klasy B30 i stali klasy A-IIIN. Otulenie pr tów zbrojenia 5cm.

Schemat posadowienia pokazano w cz ci rysunkowej opracowania.

Fundamenty wykona na podkładzie z chudego betonu grubo ci ~10cm oraz warstwie papy termozgrzewalnej. Powierzchnie stykaj ce si z gruntem pokry hydroizolacj powłokow nanoszon p dzlem wg instrukcji producenta masy.

2.2.2. Konstrukcja rozbiegów, wie y s dziowskiej i zeskoku

Skocznie b d posiadały konstrukcj rozbiegów, wie y s dziowskiej i zeskoku w postaci układu poprzecznych ram stalowych. Ramy posiada b d słupy z dwuteowników HEA 140 i HEA 140, rygle poziome z ceowników 260. Ramy zostan st one skratowaniem z k towników 75 x 75 x 8 oraz ci gów Ø 16. Belki policzkowe schodów z ceowników 180. Belki podłu ne rozbiegów i zeskoku wykona z ceowników 260.

Do wykonania konstrukcji stosowa stal St3SX (S235JRG1). Poł czenia rubowe wykona jako zwykłe rubami ocynkowanymi klasy 8.8 (momentów dokr cania rób nie okre la si).

Elementy konstrukcji stalowej po wykonaniu nale y zabezpieczy antykorozyjnie przez ocynkowanie ogniowe. Balustrady zmontowa próbnie, podzieli do ocynkowania i ponownie zamontowa .

2.2.3. Konstrukcja progów

Progi skoczni s skrzyniami elbetowymi zamkni tymi od góry płyt elbetow . ciany skrzyni stanowi jednocze nie oczepty mikrofali fundamentowych posiadaj grubo 40 cm, płyta zamykaj ca od posiada grubo 12 cm . Progi b d posiadały posadowienie po rednie w postaci systemu mikrofali.

Progi nale y wykona z betonu klasy B30 i stali klasy A-IIIN. Otulenie pr tów zbrojenia 5cm.

Skrzyni wykona na podkładzie z chudego betonu grubo ci ~10cm oraz warstwie papy termozgrzewalnej. Powierzchnie stykaj ce si z gruntem pokry hydroizolacj powłokow nanoszon p dzlem wg instrukcji producenta masy.

2.2.4. Konstrukcja murów oporowych.

Mury oporowe skoczni s cianami elbetowymi, które stanowi jednocze nie oczepty mikrofali fundamentowych. Mury posiadaj grubo 50 cm, oraz 70 cm w rejonie podstawy. Wysoko cian według profilów skoczni. Mury oporowe b d posiadały posadowienie po rednie w postaci systemu mikrofali.

Mury oporowe nale y wykona z betonu klasy B30 i stali klasy A-IIIN. Otulenie pr tów zbrojenia 5cm.

Spód murów wykona na podkładzie z chudego betonu grubo ci ~10cm oraz warstwie papy termozgrzewalnej. Powierzchnie stykaj ce si z gruntem pokry hydroizolacj powłokow nanoszon p dzlem wg instrukcji producenta masy.

2.2.5. Konstrukcje drewniane.

Konstrukcja drewniana rozbiegu i zeskoku składa si z poprzecznych legarów 16x16cm mocowanych do elementów konstrukcyjnych na legarach zamocowane b d podłu nice 5x15cm co30cm osiowo a na podłu nicach uło one dwie warstwy deskowania pełnego z desek grubo ci 3cm uło onych pod k tem 45° do legarów i podłu nic oraz prostopadłych do siebie. Po bokach rozbiegu i zeskoku zaprojektowano drewniane bandy o szkielecie z kraw dziaków 16x16cm pokrytych deskowaniem 2,5cm.

Poł czenie legarów z elementami elbetowymi fundamentów skoczni wykona za pomoc ł czników stalowych z k towników 75x75x8 mocowanych do elbetu kotwami wklejanymi M16x150 oraz pr tami gwintowanymi M16 ł czniki z legarami i słupkami bandy.

Poł czenie legarów z podłu nicami wykona 2x gwo dziami 6x175 wbijanymi w otwory wiercone pod k tem $\sim 30^\circ$ z boku podłu nic.

Deskowanie przybija do podłu nic 2x gwo dziami 4x100 na ka dy styk.

Warstwy deskowania przybija mi dzy sob 2x gwo dziami 3x80 na ka dy styk

Poł czenie szkieletu band drewnianych wykona z ł czników BMF: ABR105.

Elementy drewniane wykona z drewna struganego C 24 impregnowanego wgł bnie metod ci nieniow przeciw korozji biologicznej.

Wszystkie elementy żelazne stosować jako ocynkowane.

3. Posadowienie skoczni - palowanie.

Opis zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych

Posadowienie konstrukcji skoczni na terenie okresowo aktywnego osuwiska obejmuje wykonanie kompleksowej konstrukcji geotechnicznej, w skład której wchodzi: elementy umocnienia przekazywanie oddziaływań na głąb i po stronie, nienaruszone ruchami przypowierzchniowymi warstwy podłoża, które stanowi kompleks piaskowcowo-lupkowy. Prace geotechniczne niezbędne dla prawidłowego posadowienia obejmują również uregulowanie warunków wodnych w rejonie osuwiska. W ten sposób konstrukcja skoczni zostanie zabezpieczona przed utratą stateczności na skutek aktywacji i rozwoju ruchów osuwiskowych stwierdzonych rozpoznaniem geotechnicznym.

Biorąc pod uwagę zasięg i przebieg strefy poślizgu oraz warunki terenowe, tj. możliwość dojazdu sprzętu budowlanego, geometrię zbocza, posadowienie konstrukcji skoczni przewiduje się wykonać w postaci układu mikropali samowiercących tworzących w całości wglębioną barierę stabilizującą. Mikropale przecinają bieżące strefy poślizgu związując wytrzymałość na ścinanie osłabionej warstwy. Dodatkowo fundamenty progu skoczni, rozbiegu i buli zostaną zakotwione mikropalami kotwicami. Mikropale kotwice utwierdzone będą poza powierzchnię poślizgu, w strefie biernej. Posadowienie i zakotwienie zaprojektowano w technologii samowiercących mikropali iniekcyjnych. Taki układ fundamentów uniezależni posadowienie konstrukcji od ewentualnej aktywacji ruchów osuwiskowych.

Mury oporowe zabezpieczające różnice wysokości terenu do 1.4m wykonane zostaną w technologii monolitycznej ściany belbetowej na ruszcie w postaci palisady wspornikowej z mikropali samowiercących. Mury oporowe również zostaną posadowione w warstwach skalistych podłoża.

W opracowaniu przewidziano również zastosowanie odwodnienia wglębnego osuwiska w postaci układu wierconych drenów wglębnych. Odwodnienie powierzchniowe wykonają zgodnie w postaci korytek ciekowych zainstalowanych w poprzek stoku z odprowadzeniem poza teren skoczni.

Przedstawiony w tym projekcie sposób posadowienia konstrukcji opiera się na następujących założeniach:

- Przyczyny powstania osuwiska i jego mechanizm przyjęto zgodnie z wnioskami „Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (...)” oraz „Geotechnicznych warunków posadawiania (...)”
- Sposób zabezpieczenia osuwiska uwzględnia konieczność zapewnienia bezpiecznego prowadzenia prac naprawczych (stateczność tymczasowa) na każdym etapie robót oraz bezpieczeństwa konstrukcji w całym okresie jej eksploatacji (stateczność długotrwała), również w niekorzystnych warunkach hydrometeorologicznych.
- Regulacja stosunków wodnych zapewniona zostanie przez wykonanie systemu drenażu powierzchniowego i wglębnego.

W zakres opracowania nie wchodzi zabezpieczenie i stabilizacja powstałego osuwiska.

Posadowienie elementów konstrukcji

Na podstawie analizy dostępnych materiałów, w tym również ograniczeń gabarytowych mogącego pracować w rejonie Inwestycji sprzętu budowlanego ustalono, że z technicznego i użytkowego punktu widzenia właściwym jest wykonanie posadowienia w technologii mikropali samowiercących mikrofalów. Konstrukcja może być wykonana z użyciem stosunkowo lekkiego sprzętu o niewielkich gabarytach. Umocniwia w pełni bezpieczne wykonanie prac w trudnym terenie, bez pogarszania warunków stateczności przy minimalnym zakresie robót ziemnych. Charakter prowadzonych robót odznacza się ponadto minimalnymi możliwościami dla otoczenia.

Posadowienie schodów oraz zeskoku na gruncie zrealizowane zostanie w postaci układu mikropali pionowych.

Posadowienie progu skoczni, rozbiegu i buli zostanie zrealizowane przez układ mikropali pionowych i mikropali kotwicznych siłujących poza strefy poślizgu i przenoszących obciążenia poziome. Posadowienie wiejskiej dziesięć wykonane zostanie w układzie kołowym, tj. prostopadłe i pionowo do płaszczyzny zeskoku.

Technologia mikropali i mikropali kotwicznych

W projekcie przewidziano zastosowanie mikropali samowiercących, formowanych iniekcyjnie z zastosowaniem wiercenia otworów metod udarowo-obrotów bez rurowania, pod osłoną płuczki z tłoczonego ciementu zaczynu cementowego. Cechą szczególnie systemu mikropali samowiercących jest jednoczesne wykonywanie różnych faz formowania elementów nowych: wiercenia otworu, wprowadzania zbrojenia i iniekcji cementowej.

Zbrojenie w postaci ęrdzi wraz z ł cznikami, elementami dystansowymi i ko cówk wierniczych tworzy zestaw wykorzystywany jednocześnie do wiercenia otworu (przewód wierniczy) i jego iniekcji (przewód iniekcyjny). W trakcie wiercenia należy stosować płuczkę z zaczynu cementowego o stosunku wodno-cementowym W/C = 0,7 (70 litrów wody na 100 kg cementu). Zaczyn podawany wewnętrznym otworem ęrdzi, jest włączany do otworu wierniczego poprzez otwory w ko cówce wierniczej. Ci nienia podawania płuczki zawierają się w przedziale 5-20 bar i zależne od warunków gruntowych i technicznych (długo mikropala). Wiercenie odbywa się bez rur osłonowych. Po wwierceniu ka dej ęrdzi, należy powtórzyć marsz przewodu wierniczego (góra-dół) z zachowaniem obrotów i podawania płuczki cementowej. Po dowierceniu do zadanej głąbokości mikropala należy rozpocząć iniekcję ko ców . Poprzez obracający się przewód wierniczy tłoczony jest iniekt ko cówy – zaczyn cementowy o stosunku W/C = 0,4 (40 litrów wody na 100 kg cementu). Ci nienia iniekcji ko cówy wynoszą zazwyczaj 20-40 bar (zależne od warunków gruntowych i technicznych). Otwór jest

cementowany od dna do wierzchu. Proces wykonywania mikropala należy uznać za zakończony w momencie pojawienia się iniektu kołowego u wierzchu otworu.

Po upływie ok. 30 min. od iniekcji kołowej możliwe jest przeprowadzenie iniekcji wtórnej poprzez dotłoczenie wnęk w trzemierdzi dodatkowej ilości iniektu. Iniekcji wtórnej stosuje się w przypadku dużych jego ucieczek tzn. gdy ilość wtlaczanego iniektu kołowego przekracza 4x objętość teoretyczną iniektu niezbędną do wypełnienia otworu.

Parametry techniczne posadowienia mikropalowego

Do wykonania fundamentów przewidziano zastosowanie mikropali i mikropali kotwionych samowiercącymi, formowanymi iniekcjami w technologii opisanej w punkcie 4.2.

Zastosowano mikropale o następujących parametrach:

Zeskok i rozbieg na gruncie

Mikropale typu M1

- materiał: stal S460NH
- siła uplastyczniająca 425kN
- nominalna obciążeniowa 323kN
- sztywność giętą 15 kNm²
- średnica koronki wiertniczej 115mm (w przypadku dużych oporów wiercenie dopuszcza się koronkę 90mm);
- długość: 6.00m, 9.0m,
- układ mikropali: pionowy

Rozbieg na konstrukcji stalowej, schody

Mikropale typu M2

- materiał: stal S460NH
- siła uplastyczniająca 830kN
- nominalna obciążeniowa 600kN
- sztywność giętą 125 kNm²
- średnica koronki wiertniczej 175mm (w przypadku dużych oporów wiercenie dopuszcza się koronkę 130mm);
- długość: 9.0m;
- układ mikropali: pionowy

Próg skoczni

Mikropale typu M2

- materiał: stal S460NH
- siła uplastyczniająca 830kN
- nominalna obciążeniowa 600kN
- sztywność giętą 125 kNm²
- średnica koronki wiertniczej 175mm (w przypadku dużych oporów wiercenie dopuszcza się koronkę 130mm);
- długość: 12.0m,
- układ mikropali: pionowy

Mikropale typu M3

- materiał: stal S460NH
- siła uplastyczniająca 1270kN
- nominalna obciążeniowa 1050kN
- sztywność giętą 178 kNm²
- średnica koronki wiertniczej 175mm (w przypadku dużych oporów wiercenie dopuszcza się koronkę 130mm);
- długość mikropali 15.0m;
- układ mikropali: pionowy

Wieża sędziowska

Mikropale typu M1

- materiał: stal S460NH
- siła uplastyczniająca 425kN
- nominalna obciążeniowa 323kN
- sztywność giętą 15 kNm²
- średnica koronki wiertniczej 115mm (w przypadku dużych oporów wiercenie dopuszcza się koronkę 90mm)
- długość: 12.0m
- układ mikropali: kołowy

Mikropale typu M2

- materiał: stal S460NH

- siła uplastyczniająca 830kN
- nominalne obciążenie 600kN
- sztywność tnąca 125 kNm²
- średnica koronki wiertniczej 175mm (w przypadku dużych oporów wiercenie dopuszcza się koronkę 130mm);
- długość: 9.0m,
- układ mikropali: pionowe

Wszystkie mikropale wyposażone w głowice systemowe w postaci płyty oporowej i dwóch nakrętek.

Zabezpieczenie antykorozyjne mikropali – mikropale trwale: zabezpieczenie części wchodzącej w oczep za pomocą rury HDPE o dł. 1.0m. Elementy głowicy zamknięte w oczepie ze stali czarnej. Jako zabezpieczenie antykorozyjne mikropali w odcinku gruntowym przyjęto szczelną otulinę kamienia cementowego wokół erdź.

Zastosowano mikropale kotwice o następujących parametrach:

Rozbieg na konstrukcji stalowej, buła zeskok i wybieg na konstrukcji stalowej, schody

Mikropale kotwice typu MK1

- materiał: stal S460NH
- siła uplastyczniająca 425kN
- nominalne obciążenie 323kN
- sztywność tnąca 15 kNm²
- średnica koronki wiertniczej 115mm (w przypadku dużych oporów wiercenie dopuszcza się koronkę 90mm);
- długość: 15.0m
- układ mikropali: nachylenie 20-30° do poziomu

Próg skoczni

Mikropale kotwice typu MK1

- materiał: stal S460NH
- siła uplastyczniająca 425kN
- nominalne obciążenie 323kN
- sztywność tnąca 15 kNm²
- średnica koronki wiertniczej 115mm (w przypadku dużych oporów wiercenie dopuszcza się koronkę 90mm);
- długość: 15.0m
- układ mikropali: nachylenie 20-30° do poziomu

Mikropale kotwice typu MK2

- materiał: stal S460NH
- siła uplastyczniająca 730kN
- nominalne obciążenie 560kN
- sztywność tnąca 42 kNm²
- średnica koronki wiertniczej 130mm (w przypadku dużych oporów wiercenie dopuszcza się koronkę 115mm);
- długość: 18.0m;
- układ mikropali: nachylenie 20-30° do poziomu

Wszystkie mikropale kotwice wyposażone w głowice systemowe w postaci płyty oporowej i nakrętki.

Zabezpieczenie antykorozyjne mikropali kotwicznych – mikropale trwale: Ostatni 3m odcinek mikropala kotwicznego (ostatni erdź) należy zastosować w powłoce duplex (wysokotemperaturowe cynkowanie ogniowe i powłoka epoksydowa), płyta oporowa systemowa+nakrętka ocynkowana; Jako zabezpieczenie antykorozyjne mikropali w odcinku gruntowym przyjęto szczelną otulinę kamienia cementowego wokół erdź.

Mikropale kotwice na oczepie/progu należy sprząstanie po uzyskaniu minimalnej wytrzymałości betonu oczepu sił 100kN; na ostatnim 2.0m odcinku mikropala wydzielić długość wolną, np. przez nałożenie na erdź osłonki z rury HD-PE.

Tolerancje wykonania:

- usytuowanie w planie - ±10cm
- odchylenie od osi teoretycznej: dla mikropali pionowych <2% długości mikropala, dla mikropali kotwicznych <6%

Oczepelbetowy:

- beton konstrukcyjny oczepu (C25/30), dla którego wytrzymałość obciążeniowa na ściskanie wynosi $f_{cd}=16.7\text{MPa}$, moduł sprężystości $E_{cm}=31\text{GPa}$
- klasa ekspozycji XA1, XF2
- stal zbrojeniowa klasy AIII-N, BST500, dla której obciążeniowa granica plastyczności wynosi $f_{yd}=420\text{MPa}$, moduł sprężystości $E_s=200\text{GPa}$
- w progu skoczni oraz oczepach podpór rozbiegu i buły pozostawić otwory technologiczne dla zainstalowania i sprężenia mikropali kotwicznych.

Mury oporowe

Mury oporowe zabezpieczające różnice wysokości terenu do 1.4m zostały zaprojektowane jako monolityczna ściana belbetowa na ruszcie w postaci palisady wspornikowej wykonanej z samowiercących iniekcyjnych mikropali w rozstawie 90cm. Mury wykonane zostaną w wykopie. W projekcie przewidziano również zastosowanie odwodnienia w postaci szkieletów instalowanych w przestrzeniach pomiędzy mikropalami odprowadzających wodę poza obudowę belbetową.

Technologia mikropali iniekcyjnych

Parametry techniczne murów oporowych

W projekcie przewidziano zastosowanie mikropali samowiercących, formowanych iniekcyjnie w technologii opisanej w punkcie 4.2.1

Zastosowano mikropale o następujących parametrach:

Mikropale typu M2

- materiał: stal S460NH
- siła uplastyczniająca 830kN
- nominalna obciążeniowa 600kN
- sztywność tnąca 125 kNm²
- średnica koronki wiertniczej 175mm (w przypadku dużych oporów wiercenie dopuszcza się koronkę 130mm);
- długość: 6.0m, 9.0m
- układ mikropali: pionowy
- rozstaw mikropali 0.9m
- Wszystkie mikropale wyposażone w głowice systemowe w postaci płyty oporowej i dwóch nakrętek.
- zabezpieczenie antykorozyjne – mikropale trwałe: elementy głowicy zamknięte w ościepie ze stali czarnej. Jako zabezpieczenie antykorozyjne mikropali w otrodzie gruntowym przyjęto szczelną otulinę kamienia cementowego wokół erdzy

Tolerancje wykonania:

- usytuowanie w planie - $\pm 10\text{cm}$
- odchylenie od osi teoretycznej $< 6\%$ długości mikropala

Odwodnienie

Niezbędnym zapewnienia stateczności konstrukcji na terenie osuwiskowym zabiegiem jest uregulowanie stosunków wodnych w rejonie osuwiska. Odwodnienie i regulacja stosunków wodnych w obrębie skarpy osuwiskowej ma krytyczny wpływ na ich stateczność, a także koszty utrzymania i estetykę. Prawidłowo zaprojektowany i wykonany kompleksowy system odwodnienia pozwoli wyeliminować niekorzystny wpływ wody na otrodzie gruntowy, a co za tym idzie również projektowane konstrukcje

W obszarze osuwiska zagrożenie związane z obecnością wody jest wysokie. Grunty budujące zbocze są wyjątkowo wrażliwe na degradację parametrów wytrzymałościowych pod wpływem zawilgocenia. Nawodnienie skarpy w wyniku roztopów wiosennych czy opadów deszczu, które na terenie projektowanej inwestycji mają charakter opadów obfitych i gwałtownych, znacząco obniża stateczność skarpy. Ponadto spływy powierzchniowe wód odpisają cząstki gruntu, które następnie splukiwane przez wodę i zmywane w dół stoku, powodując dezintegrację warstwy przypowierzchniowej skarp. Wody te również infiltrują w głąb zbocza docierając i obniżając parametry wytrzymałościowe otrodzie gruntowego. Konieczne jest więc wykonanie kompleksowego systemu odwodnienia, zapewniającego właściwą pracę (stateczność) konstrukcji geotechnicznej. System ten powinien obejmować odwodnienie powierzchniowe zapewniające przechwycenie i szybkie odprowadzenie wód opadowych poza inwestycję oraz drenaż wód, którego celem jest szybkie odprowadzenie wód nie przechwyczonych przez system drenażu powierzchniowego i zasilających teren infiltracyjnie. Na tak opisany system odwodnienia składają się następujące elementy:

- Przechwycenie wód powierzchniowych przez umocnione i uszczelnione cieki korytkowe zainstalowane w poprzek zbocza
- Dodatkowo projektowany jest drenaż wód w postaci poziomych drenów wierconych. Dreny te będą wykonane jako umiejscowiona w otworze wiertniczym perforowana rurka drenarska (o średnicy minimum 80 mm) w otulinie filtracyjnej z włókna kokosowego zabezpieczającej przed wynoszeniem drobnych cząstek gruntu. Nachylenie drenów powinno wynosić 5-10°, tak by zapewnić odpowiedni spływ grawitacyjny. Drenaż wód wykonany będzie poprzez wiercenie w rurze osłonowej, umieszczenie w rurze osłonowej rury perforowanej PCV ϕ 80mm, a następnie usunięcie rury osłonowej. Długość projektowanych drenów wynosi 10-30m. Dreny należy wyprowadzić do korytek lub odbiorników.
- Woda z drenów oraz korytek należy odprowadzić do kolektorów, za odprowadzenia po skarpie należy prowadzić uszczelnionymi korytkami skarpowymi.

Wykonanie, organizacja i kolejność robót

Prace związane z posadowieniem skoczni należy wykonywać etapami, na każdym etapie zwracając uwagę na ewentualne zagrożenie utraty stateczności stoku.

1. Sprawdzenie aktualnego stanu stoku – zwłaszcza efektów procesów geodynamicznych, wszystkich wymiarów i rzędnych projektowych w terenie; w razie wystąpienia rozbiń na ci, należy skontaktować się z projektantami konstrukcji
2. Geodezyjne wytyczenie linii rozmieszczenia układu mikropali i mikropali kotwionych oraz drenów wierconych zgodnie z dokumentacją projektową
3. Wykonanie posadowień elementów oporowych:
 - 3.1. Wykonanie wykopów pod oczepy i ewentualna reprofilacja terenu do wymaganej rzędnej w obrębie wykonania posadowienia podpór: przygotowanie stabilnej powierzchni terenu do pracy urządzeń technicznych, usunięcie przeszkód, drzew, krzewów itp. w wymaganym zakresie.
 - 3.2. Wykonanie mikropali i mikropali kotwionych zgodnie z technologią opisaną w p. 4.2
 - 3.3. Wykonanie próbnych obciążeń mikropali. (mikropale kotwione mogą być badane w momencie wykonania sprężenia).
 - 3.4. Wykonanie oczepów belbetowych. Miejsce przejścia mikropali kotwionych przez oczep zabezpieczyć rurą HDPE z ewentualnym zamocowaniem do zbrojenia.
 - 3.5. Po okresie wiązania i dojrzewania betonu oczepu oraz kamienia cementowego mikropali kotwionych należy przystąpić do ich sprężenia. W tym celu wykorzystując siłowniki hydrauliczne z przełotem wewnętrznym doprowadzamy sprężenie mikropali. Wymuszone przez siłowniki sprężenie belek utrzymywane jest przez zablokowanie siły za pomocą nakrętek na płytach oporowych (dopięnięcie sił 100kN).
4. Wykonanie murów oporowych:
 - a. Wykonanie wykopów pod mury oporowe z wykopem tymczasowym za murem do rzędnej spodu ciany belbetowej z przygotowaniem stabilnej powierzchni terenu do pracy urządzeń technicznych, usunięcie przeszkód, drzew, krzewów itp. w wymaganym zakresie.
 - b. Wykonanie mikropali zgodnie z technologią opisaną w p. 4.2
 - c. Wykonanie cian belbetowych. W miejscach przejścia szkiców przez cianę zamontować rury drenarskie przez zamocowanie do zbrojenia.
 - d. Po osignięciu przez beton cian belbetowych wymaganej wytrzymałości minimalnej, można przystąpić do zasypiania wykopu za murem oporowym do projektowanej rzędnej oraz wykonania pozostałych elementów konstrukcyjnych.
5. Instalacja drenów wierconych zgodnie z technologią opisaną w p. 4.4. Dreny muszą zostać wykonane po zainstalowaniu wszystkich mikropali i mikropali kotwionych.
6. Wykonać wyprowadzenie wody z drenów (umocnione korytka lub inna technologia zabezpieczająca przed przenikaniem odprowadzanej wody do gruntu)

UWAGA:

Prace budowlane należy prowadzić zgodnie ze sztuką budowlaną.

Nie dopuszcza się wiercenia na płycie wodnej.

Na każdym etapie prac należy obserwować stan gruntów budujących skarp (ich zgodność z dokumentacją geotechniczną) oraz ewentualne objawy niestępczości (obsuwy, spławy, pęknięcia na i ponad koronę skarpy). Należy ponadto zwrócić uwagę na wycieki wody ze stoku i oraz porównywać ich poziom i intensywność z danymi z dokumentacji geotechnicznej. Wycieki ze skarpy powinny być ujmowane poprzez wykonanie drenaży.

Prace należy wykonywać w okresie suchym. Ciany odsłanianych wykopów należy zabezpieczyć przed osuwaniem, a dno wykopów przed przenikaniem wody w niższe partie podłoża. Odkryte wykopy bezwzględnie chronić przed nawodnieniem.

Miejsce pracy należy zabezpieczyć przed napływem wód opadowych, roztopowych itp.

Wykonawca zobowiązany jest do przedstawienia w projekcie technologicznym przyjętych metod realizacji prac geotechnicznych zgodnie z niniejszym opracowaniem, obejmującego m.in.: sposób organizacji robót i ich plan, opis zastosowanych technologii i sprzętu, metryki mikropali i mikropali kotwionych, sposób zapewnienia jakości i program próbnych obciążeń.

Zaleca się, aby roboty prowadzone były przez firmy posiadające doświadczenie w pracach na tego typu terenach. Nie należy prowadzić prac w warunkach pogodowych stwarzających zagrożenie dla zdrowia i życia pracowników (intensywne opady deszczu, opady śniegu).

Kontrola poprawności robót

W ramach prac należy wykonać próbne obciążenia mikropali i mikropali kotwionych na wyciągnięciu. Badania te zweryfikują założone do obliczeń parametry pracy tych elementów oraz potwierdzą poprawność ich wykonania.

Program badań i kryteria oceny poprawności przedstawiono poniżej.

Z uwagi na sposób pracy mikropali iniekcyjnych (nośność uzyskiwana z tarcia na poboczniczy trzonu iniekcyjnego) badania można przeprowadzić jako badania na wyciąganie w oparciu o normę PN-EN-14490, wg programu:

- stopniowe obciążenie: począwszy od obciążenia wstępnego 0,2 F siła w mikropalu zwiększana jest stopniowo do 0,4 F; 0,6 F; 0,8 F; 1,15 F. Na każdym stopniu obciążenia dokonuje się odczytu wartości przemieszczenia kołki mikropala. Następnie dokonuje się stopniowego odciążenia do osiągnięcia wartości siły 0,2 F, wykonując odczyty przemieszczenia przy każdym stopniu relaksacji. Uwaga: Przed przystąpieniem do badania, przy obciążeniu 0,2 F, należy wyzerować urządzenia pomiarowe. Na tym poziomie obciążenia, pomiarów przemieszczenia nie dokonuje się.
- badanie przemieszczenia pod stałym obciążeniem (pełzanie): wykonywane podczas stopniowego obciążenia – po osiągnięciu kolejnego stopnia obciążenia dokonuje się pomiarów odkształcenia w przedziałach czasowych podanych poniżej:

dla 0,4 F: po 1min,

dla 0,6 F: po 1min,

dla 0,8 F: po 1, 2, 5, 10, 15min,

dla 1,0 F: po 1, 2, 5, 10, 15min,

dla 1,15 F: po 1, 2, 5, 10, 15min

Warunkiem dopuszczenia mikropali do użytkowania jest wartość różnicy przemieszczeń odczytanych dla obciążenia projektowego pomiędzy 15 i 5 minut, nie większa niż 0,25 mm:

$$|s = s_{15'} - s_{5'}| \leq 0,25 \text{ mm}$$

Zgodnie z PN-EN 14199 obciążenia próbne mikropali roboczych należy przeprowadzić dwa próbne obciążenia na pierwszych 100 mikropali i po jednym na każde następne 100 sztuk. W przypadku mikropali kotwicznych należy przebadать 2 sztuki na pierwszych 50 mikropali kotwicznych i po jednym na każde następne 50 sztuk. Do próbnych obciążeń należy przewidzieć 3,0% wszystkich wykonanych mikropali. Lokalizację mikropali do badań ustali Inspektor Nadzoru Inwestorskiego.

Badania mikropali i mikropali kotwicznych można wykonać nie wcześniej niż po 21 dniach od iniekcji kołkowej.

Przy wyznaczaniu mikropali do badań, należy przewidzieć badania w zrównicowanych gruntach (przekrojach geologicznych) Monitoring konstrukcji

Z uwagi na charakter inwestycji, a przede wszystkim lokalizację osuwisku o charakterze aktywnego okresowo konstrukcji obiektu należy objąć systemem kompleksowego monitoringu. Monitoring powinien obejmować pomiary przemieszczeń pionowych i poziomych konstrukcji geotechnicznych, pomiary przemieszczeń poziomych względem gruntu (pomiary inklinometryczne), ewentualnie pomiary zmian poziomu wód gruntowych (pomiary piezometryczne). Przy takim postępowaniu istnieje możliwość wczesnego rozpoznania niekorzystnych zjawisk i odpowiednio wczesnej interwencji dla wyeliminowania potencjalnych zagrożeń.

Jednocześnie nadzór geotechniczny wymagany jest na każdym etapie prac. Pozwoli to na szybkie dostosowanie projektu do faktycznych warunków gruntowych, co zwiększy bezpieczeństwo konstrukcji lub pozwoli na ewentualną optymalizację ekonomiczną. Każdorazowo, decyzja musi być podjęta przez projektanta w uzgodnieniu ze specjalistą geotechnikiem.

Monitoring geodezyjny

Baza pomiarowa:

Należy prowadzić monitoring geodezyjny w oparciu o się stałych reperów geodezyjnych w następujących miejscach:

- Na progu skoczni
- Na murach oporowych przy podstawie zbocza
- Na podporach rozbiegu i zeskoku.

Konstrukcję punktów pomiarowych przedstawi do zatwierdzenia Projektantowi.

Częstościowo pomiarów przemieszczeń murów oporowych i skarp:

- 1 Pomiar początkowy należy wykonać po bezpośrednio po zakończeniu prac budowlanych na analizowanych obiektach (elementach posadowienia).
- 2 W ciągu jednego roku po zakończeniu budowy kolejne pomiary wykonywać co 3 miesiące.
- 3 W ciągu następnych dwóch lat, pomiary wykonywać co 6 miesięcy.

Ocena wyników pomiarów

Wyniki monitoringu geodezyjnego podlegają ocenie Nadzoru Autorskiego, do którego należy właściwa interpretacja wyników, ocena ewentualnego zagrożenia konstrukcji oraz decyzja co do dalszego postępowania.

Zaleca się ponadto wykonać co najmniej dwa repery na zboczu na terenie inwestycji przed rozpoczęciem robót (w miejscu nie kolidującym z projektowanymi obiektami), tak pomiary przemieszczeń można było realizować podczas prac budowlanych i zastosować odpowiednie procedury w sytuacji zaobserwowania ewentualnych przemieszczeń.

Pomiary inklinometryczne

Baza pomiarowa:

W celu określenia w jakim stopniu rejon ten podlega deformacjom, a w szczególności dla wyznaczenia głębokości ich występowania, a co za tym idzie po redniego określenia wielkości i prędkości ewentualnych przemieszczeń, należy wykonać jeden co najmniej jeden inklinometr do głębokości 15m zlokalizowany na zboczu pomiędzy skoczniami. Umożliwi on ocenę skuteczności zaprojektowanych zabezpieczeń oraz stały i długotrwały monitoring względny.

Inklinometr należy zainstalować po zakończeniu prac związanych z instalowaniem mikropali i mikropali kotwicznych.

Człotliwio pomiarów inklinometrycznych

1. Pomiar początkowy należy wykonać po siedmiu dniach od wykonania inklinometrów
2. W ciągu jednego roku po zakończeniu budowy kolejne pomiary wykonywać co 3 miesiące.
3. W ciągu następnych dwóch lat, pomiary wykonywać co 6 miesięcy

Uwaga: Jeżeli w okresie pomiarów pomiarami wykazującymi z powyższych wskazań wyniki pomiarów wykazują dynamiczne zmiany, należy zwiększyć częstotliwość odczytów inklinometrów.

Ocena wyników pomiarów inklinometrycznych

Wyniki monitoringu wglębnego podlegają ocenie uprawnionego geologa, do którego należy włączyć interpretację wskazań inklinometru w zakresie lokalizacji głębokościowej ewentualnej strefy przemieszczeń oraz powiadomienie Inspektora Nadzoru i Projektantów o wystąpieniu zagrożenia konstrukcji.

Pomiary piezometryczne

Baza pomiarowa:

Ze względu na krytyczny wpływ nawodnienia zbocza na jego stateczność, należy zainstalować piezometr na zboczu pomiędzy skoczniami. Kolumna piezometru należy zainstalować w miejscu nie kolidującym z wyposażeniem. Kolumna piezometru należy osadzić do głębokości 15m poniżej powierzchni terenu.

Piezometr należy zainstalować po zakończeniu prac związanych z instalowaniem mikropali i mikropali kotwionych.

Człotliwio pomiarów piezometrycznych

1. Pomiar początkowy należy wykonać po siedmiu dniach od wykonania inklinometrów
2. W ciągu dwóch lat po zakończeniu budowy kolejne pomiary wykonywać co 3 miesiące.
3. W ciągu następnych dwóch lat, pomiary wykonywać co 6 miesięcy

Nadzór geotechniczny

Podjęciem nadzoru warunków geotechnicznych należy rozumieć szereg obserwacji dokonywanych w obrębie górotworu, przy pracach ziemnych i podczas wiercenia, w celu bieżącej oceny zgodności założeń projektowych z warunkami rzeczywistymi. Wyniki monitoringu pozwalają zweryfikować rozwiązanie projektowe w kontekście rzeczywistych warunków geotechnicznych i – w przypadku zgodności założeń projektowych z warunkami rzeczywistymi – ewentualnie dostosowywać konstrukcję zabezpieczenia skoczni dla zapewnienia właściwego poziomu ekonomicznego.

Z uwagi na stopień złożoności oceny geotechnicznej przedmiotowej konstrukcji wszelkie decyzje dotyczące ew. zmian sposobu zabezpieczenia wykopu wynikające z odmiennych od zakładanych warunków geotechnicznych górotworu pozostają w gestii projektanta działającego w porozumieniu z osobą posiadającą uprawnienia geologiczno-inżynierskie w kat. VII lub VI.

W zakresie monitoringu geotechnicznego obserwacjom podlegają:

- typ litologiczny utworów występujących w obrębie projektowanej skoczni
- stan gruntów bieżącej zwietrzienia w przypadku utworów skalistych
- wytrzymałość jednostkowa szacowana metodami polowymi
- stopień zaburzenia górotworu (geologiczny wskaźnik jakości): struktur, szczelinowatość, orientację przestrzenną spęknięć, jako powierzchni spęknięć
- warunki nawodnienia górotworu.

Uwagi końcowe

- Przed realizacją zadania należy sprawdzić wymiary w terenie, założyć ewentualnych rozbieżnościach powiadomić zespół projektowy.
- W przypadku stwierdzenia odmiennych warunków gruntowych podczas wiercenia należy o tym fakcie bezzwłocznie powiadomić zespół projektowy.
- Potwierdzeniem poprawności wykonania elementów konstrukcji geotechnicznej oraz założeń projektowych w zakresie rozpoznania konstrukcyjnego są próbnobciążenia (wykonanie i warunki odbioru zgodnie z programem próbnobciążeń).
- Podczas realizacji prac należy bezwzględnie przestrzegać opisanej kolejności robót i reżimów technologicznych.
- Prace należy prowadzić pod nadzorem geotechnicznym.
- Zaproponowany typ rozwiązania projektowego jest aktywny i pozwala na bezpieczną modyfikację zabezpieczeń w zależności od napotkanych w trakcie prac warunków geologicznych.
- Zaprojektowane zabezpieczenia spełniają swą funkcję zasadniczą przy optymalizacji czasu, kosztów niezbędnych prac.
- Stabilizacja osuwiska nie jest przedmiotem niniejszego opracowania.

Projektował:

mgr inż. Janusz Drożdżak

Bielsko-Biała –marzec - 2017r.