



HYDROLOGIC

Grzegorz Kondel

ul. Katowicka 11, 43 – 450 Ustroń

hydrologic@hydrologic.com.pl tel. 696 053 283

www.hydrologic.com.pl

DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA

Dla określenia geologiczno-inżynierskich warunków posadowienia muru
oporowego zlokalizowanego przy ulicy Stromej w Cieszynie

Podmiot zamawiający i finansujący wykonanie prac:

Gmina Cieszyn
ul. Rynek 1, 43-400 Cieszyn

Miejscowość: Cieszyn

Powiat: cieszyński

Województwo: śląskie

Opracowali:

mgr inż. Grzegorz Kondel
/upr. geol. IV-0438, VII-1711/

mgr inż. Anna Pytel
/upr. geol. IV-0436/

mgr inż. Mateusz Hławiczka

Ustroń, kwiecień 2019 r.

Spis treści:

1. Wstęp	4
2. Charakterystyka terenu badań	5
2.1 Lokalizacja, stan zagospodarowania powierzchni terenu	5
2.2 Morfologia i hydrografia	6
2.3 Charakter techniczny projektowanej inwestycji	6
3. Przebieg badań	7
3.1 Prace polowe	7
3.2 Prace laboratoryjne	8
3.3 Prace kameralne	8
4. Budowa geologiczna	9
5. Warunki hydrogeologiczne	10
6. Warunki geologiczno-inżynierskie	12
6.1 Wyniki przeprowadzonych badań	12
6.2 Charakterystyka wydzielonych warstw gruntów	12
7. Prognoza wpływu projektowanej inwestycji na środowisko, warunki podłoża gruntowego	15
8. Wnioski i zalecenia	16
9. Podsumowanie	16
10. Spis literatury	19

Spis załączników:

1. Mapa orientacyjna	zał. 1
2. Mapa dokumentacyjna	zał. 2
3. Profile otworów geologiczno-inżynierskich	zał. 3.1 - 3.5
4. Przekroje geologiczno-inżynierskie	zał. 4.1 - 4.3
5. Zestawienie parametrów gruntów	zał. 5
6. Wyniki badań laboratoryjnych	
6.1. Wyniki oznaczeń granicy plastyczności W_p i płynności W_L	zał. 6.1
6.2. Gęstość objętościowa wg PN – 88/B – 04481 metodą zanurzania w wodzie	zał. 6.2
6.3. Wytrzymałość na ściskanie skał	zał. 6.3
6.4. Analiza wody	zał. 6.4
7. Wycinek Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski	zał. 7
8. Wycinek Mapy Geośrodowiskowej Polski	zał. 8
9. Mapy izoliniowe:	
9.1. Mapa głębokości występowania gruntów słabonośnych z naniesioną ich miąższością	zał. 9.1
9.2. Mapa miąższości gruntów antropogenicznych	zał. 9.2
9.3. Mapa warunków budowlanych z naniesioną nośnością gruntów i głębokością występowania pierwszego poziomu zwierciadła wód podziemnych	zał. 9.3
9.4. Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami	zał. 9.4
9.5. Mapa głębokości zalegania stropu podłoża nośnego	zał. 9.5
9.6. Mapa rzędnych zalegania stropu podłoża nośnego	zał. 9.6
10. Wycinek Mapy Hydrogeologicznej Polski	zał. 10
11. Mapa osuwisk i obszarów zagrożonych ruchami masowymi	zał. 11
12. Kopia decyzji zatwierdzającej projekt robót geologicznych	zał. 12

1. Wstęp

Dokumentacja opracowana został przez firmę HYDROLOGIC, z siedzibą w Ustroniu przy ul. Katowickiej 11. Podmiotem zlecającym i finansującym prace jest Gmina Cieszyń z siedzibą przy ul. Rynek 1 w Cieszynie. Celem wykonanych prac i badań było rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich podłoża w obrębie uszkodzonego muru oporowego na nieruchomościach gruntowych 60, 61, 62/2, przy ul. Stromej w Cieszynie w związku z planowaną budową nowej konstrukcji oporowej.

Wstępne rozpoznanie geotechniczne podłoża inwestycji wykazało złożone warunki gruntowe. W związku z tym przeprowadzono badania geologiczno-inżynierskie zmierzające do dokładniejszej oceny nośności podłoża budowlanego oraz warunków gruntowo-wodnych w miejscu planowanej budowy.

W szczególności zaprojektowanym zadaniem geologicznym było rozpoznanie budowy geologicznej oraz określenie warunków geologiczno-inżynierskich w przestrzeni w której powstanie projektowany obiekt. Prace miały zatem prowadzić do określenia głębokości zaleganie w profilu pionowym poziomów sączeń, zwierciadeł wód gruntowych oraz zdefiniowanie rodzaju i charakteru gruntów oraz ich cech fizyko-mechanicznych.

Projektowana konstrukcja to ściana oporowa, mająca powstać w miejscu istniejącego, uszkodzonego muru oporowego, o długości 24,3 m, szerokości 0,3 m oraz wysokości 2,45 – 3,0 m. Ścianę zaprojektowano jako monolityczną konstrukcję płytowo kątową, wylewaną na budowie. Przebieg ściany dostosowano do linii wyznaczonej granicą działek. Ściana oporowa podzielona zostanie dylatacją konstrukcyjną na dwa odcinki. Posadowienie przewiduje się jako pośrednie na palach lub mikropalach [19].

Podstawę prawną do wykonania dokumentacji stanowią:

- Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. „Prawo geologiczne i górnicze” - tekst jednolity z dnia 28 lipca 2016 r. (Dz. U. 2017 r., poz. 2126 ze zm.);
- rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. - w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. Nr 0, poz. 463 z 2012).
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. nr 2017, poz. 2075)

- rozporządzenie MŚ z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016, poz. 2033);

Wcześniej zaprojektowane roboty geologiczne zostały wykonane w obrębie nieruchomości gruntowej nr 60, 61, 62/2. Roboty geologiczne zostały zaprojektowane w projekcie robót geologicznych dla określenia geologiczno-inżynierskich warunków posadowienia muru oporowego zlokalizowanego przy ulicy Stromej w Cieszynie [18] opracowanego w styczniu 2019 r. i zatwierdzonego decyzją Starosty Powiatu Cieszyńskiego z dnia 11.03.2019 r. o sygnaturze WSG.6540.1.2019. Zakres badań objęty w/w projektem został również zaakceptowany przez Zleceniodawcę i Projektanta.

2. Charakterystyka terenu badań

2.1. Lokalizacja, stan zagospodarowania powierzchni terenu

Administracyjnie obszar, na którym wykonana zostanie projektowana inwestycja położony jest przy ul. Stromej w Cieszynie, powiecie cieszyńskim, w województwie śląskim. Obszar badań geologicznych w podziale katastralnym zlokalizowany jest w obrębie działek nr 60, 61, 62/2 będącej własnością Gminy Cieszyn. Obecnie jest to, częściowo wyasfaltowany, parking dla samochodów osobowych, plac utwardzony z chodnikiem pokrytym betonowymi płytkami. Działki 62/2 oraz 61 są częściowo zabudowane budynkami mieszkalno-usługowymi, natomiast na działce nr 60 zlokalizowana jest wiata na śmieci. W centralnej części badanego obszaru znajduje się stary, zniszczony mur oporowy, na którym widoczne są ślady przemieszczenia gruntu.

Uzbrojenie podziemne jak również napowietrzne linie przebiegają głównie wzdłuż głównej drogi, poza obrębem drogi występuje jedynie kanalizacja deszczowa. Przebieg uzbrojenia został przedstawiony na mapie dokumentacyjnej stanowiącej załącznik nr 2.

Zgodnie z regionalizacją wg J. Kondrackiego (2013) teren badań przynależy do mezoregionu Pogórze Śląskie, makroregionu Pogórze Zachodniobeskidzkie, prowincji Zewnętrzne Karpaty Zachodnie i Wschodnie. Obszar ten w skali regionalnej zbudowany jest z mało odpornych na denudację serii fliszowych z wkładkami wapieni i cieszyńców. Dostatecznie złożona struktura podłoża geologicznego jest ścięta przez powierzchnię denudacyjną, obniżającą się od 400-450 m u podnóża progu Beskidu Śląskiego i Małego do 280-300 m na granicy Kotliny Oświęcimskiej. Zewnętrzny próg Pogórza Śląskiego zaznacza się niewyraźnie i nie przekracza kilkudziesięciu metrów wysokości względnej,

natomiast od południa granica gór jest wyraźna. Za zachodnią granicę Pogórza Śląskiego przyjęto dolinę granicznej rzeki Olzy. Szerokość Pogórza Śląskiego w okolicach Cieszyna osiąga około 15 km, zwężając się stopniowo ku wschodowi do paru kilometrów. Za wschodnią granicę trzeba przyjąć dolinę Wieprzówki pod Andrychowem, gdzie granica pogórza zbliża się do granicy gór, natomiast zewnętrzny skraj nasunięć karpackich skręca ku północnemu-schodowi. Pogórze Śląskie między Cieszynem a Andrychowem ma w linii prostej 50 km długości i około 500 km² powierzchni [6].

W miejscu projektowanych robót nie stwierdza się obecności obszarów chronionych, w tym obszarów Natura 2000, rezerwatów, parków krajobrazowych, pomników przyrody, użytków ekologicznych, parków narodowych oraz przyrodniczych stanowisk dokumentacyjnych [17]. Projektowana inwestycja nieznacznie wpłynie na środowisko.

2.2. Morfologia i hydrografia

Naturalna powierzchnia terenu zapada w kierunku północno zachodnim. Wysokości w obrębie parceli wahają się w granicach (277,0 – 280,0 m n.p.m.), deniwelacje nie przekraczają 3 m (zał. 2). Obecny obraz morfologii terenu jest w dużym stopniu przeobrażony przez działalność człowieka. Naturalne zbocze wzgórza zostało przekształcone w poziome tarasy służące za parkingi i podwórka kamienic wielorodzinnych stojących wzdłuż ulic.

Hydrograficznie teren badań należy do zlewni rzeki Olzy. Olza uchodzi do Odry, dlatego obszar znajduje się w zlewni II rzędu (zał. 1).

2.3. Charakter techniczny projektowanej inwestycji

Projektowana konstrukcja to ściana oporowa, mająca powstać w miejscu istniejącego, uszkodzonego muru oporowego, o długości 24,3 m, szerokości 0,3 m oraz wysokości 2,45 – 3,0 m. Ścianę zaprojektowano jako monolityczną konstrukcję płytowo kątową, wylewaną na budowie. Przebieg ściany dostosowano do linii wyznaczonej granicą działek. Ściana oporowa podzielona zostanie dylatacją konstrukcyjną na dwa odcinki. Posadowienie przewiduje się jako pośrednie na palach lub mikropalach. Na zwieńczeniu konstrukcji odtworzona zostanie balustrada o wysokości minimum 1,1 m [19]. Ściana oporowa znajduje się w zasięgu oddziaływania fundamentów projektowanej rozbudowy muzeum.

3. Przebieg badań

Zakres przeprowadzonych badań został dostosowany do zadania geologicznego i występujących w podłożu warunków. W projekcie badań geologicznych nie przewidywano wykonania, dla potrzeb przedmiotowej inwestycji, badań bezpośrednich gruntów, z wykorzystaniem urządzeń sondujących. Ze względu na charakter inwestycji jakim jest określenie nośności podłoża budowlanego nie projektuje się badań geofizycznych i geochemicznych, gdyż zamierzony cel zostanie w pełni osiągnięty przy pomocy wiercenia otworów geologiczno-inżynierskich oraz przeprowadzonych w terenie analiz jakościowych..

3.1. *Prace polowe*

Roboty geologiczne w terenie zrealizowano w dniu 01 – 04.04.2019 r., na podstawie zgłoszenia z dnia 18.03.2019 r., pod nadzorem mgr inż. Grzegorza Kondel. Zakres prac terenowych został wykonany zgodnie z założeniami projektowymi [18] i polegały one na wykonaniu 5 otworów o głębokości do 7,0 m p.p.t. w miejscach wskazanych na mapie dokumentacyjnej (zał. 2). Głębokość wierceń ustalona została w projekcie robót geologicznych [18], dopuszczając możliwość ich spłylenia w przypadku płytkiego zalegania otworów skalnych, jednakże wiercenie można było zakończyć po przewierceniu 1m w utworach skalistych. Strop podłoża skalnego nawiercono we wszystkich otworach na głębokości od 2,7 do 5,0 m p.p.t., skutkiem czego ostatecznie wykonano jeden otwór do głębokości 4 m p.p.t., dwa otwory do głębokości 5 m p.p.t. oraz dwa otwory do głębokości 6 m p.p.t. Zostały one rozlokowane poza obrębem istniejącego muru oporowego.

Otwory wykonane zostały samochodową wiertnicą hydrauliczną WSG-B/16 świdrem spiralnym średnicą 110 mm oraz kolumną wiertniczą tej samej średnicy, metodą krótkich marszów. W trakcie prac wiertniczych prowadzono obserwacje oraz badania polowe gruntów i wód gruntowych oraz pobierano próby, które zakwalifikowane jako próbki czasowego przechowywania znajdują się u wykonawcy badań do czasu uzyskania decyzji Starosty Cieszyńskiego, zatwierdzającej dokumentację wynikową. Przeprowadzono makroskopowe badanie gruntów pod kątem genezy, litologii, stanu i konsystencji. Wyrobiska zlikwidowano urobkiem z ubiciem, zachowując kolejność rozpoznawanych warstw.

Miejsca wyrobisk w terenie wytyczono w oparciu o istniejącą sytuację a ich wysokość zaniwelowano w dowiązaniu do sieci państwowej osnowy geodezyjnej wykorzystując wysokość pokrywy studzienki kanalizacyjnej o wysokości 279,9 m n.p.m.

3.2. Prace laboratoryjne

W celu identyfikacji rodzajowej gruntów oraz uzyskania dokładnych wartości parametrów fizyko-mechanicznych poza ich makroskopowym badaniem zaprojektowano badania laboratoryjne. Badania wykonano na dwóch próbkach gruntów, jednej próbce skały oraz jednej próbce wody gruntowej.

Próby gruntu pobrano z otworów X oraz X z głębokości, kolejno, X m i X m p.p.t. Próbę podłoża skalnego pobrano w otworze nr 1 z głębokości 4,0 m p.p.t. Do badań laboratoryjnych przesłana została również próbka wody gruntowej pobranej w otworze nr 1, na głębokości 3,0 m p.p.t. Wyniki badań przedstawione zostały w załącznikach nr 6.1, 6.2, 6.3, 6.4.

Na próbach gruntu wykonano badania oznaczenia granicy plastyczności W_p i płynności W_L , oraz badanie gęstości objętościowej metodą zanurzania w wodzie. Na próbce podłoża skalnego wykonano badanie wytrzymałości na ściskanie skał RC. Woda gruntowa została przebadana pod kątem agresywności wobec betonu.

Badania gruntów oraz wody gruntowej wykonano w laboratorium Przedsiębiorstwa Wiertniczo-Geologicznego Tychy Sp. z o.o., natomiast badania próby podłoża skalnego, w Laboratorium Budowlano-Drogowym S.C.

3.3. Prace kameralne

Wyniki przeprowadzonych wierceń, badań i obserwacji zestawiono w niniejszej dokumentacji obejmującej:

- profile geologiczno-inżynierskie otworów,
- przekroje geologiczno-inżynierskie,
- tabele i zestawienia,
- mapę głębokości występowania gruntów słabonośnych z naniesioną ich miąższością,
- mapę miąższości gruntów antropogenicznych,
- mapę warunków budowlanych z naniesioną nośnością gruntów i głębokością występowania pierwszego poziomu zwierciadła wód podziemnych,
- mapę obszarów zagrożonych podtopieniami,
- mapę głębokości zalegania stropu podłoża nośnego,

- mapę rzędnych zalegania stropu podłoża nośnego, pozostałych map tematycznych wyszczególnionych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016 poz. 2033) nie miało to uzasadnienia z uwagi na charakter inwestycji jaką jest budowa ściany oporowej,
- część tekstową zawierającą: analizę danych z badań, budowę geologiczną, własności gruntów, wnioski i zalecenia.

Do sporządzenia dokumentacji wykorzystano:

- wyniki wizji lokalnej terenu,
- mapę sytuacyjno-wysokościową w skali 1 : 500, dostarczoną przez Zleceniodawcę,
- a pozyskaną z Państwowych Zasobów Kartograficznych (zał. 2),
- Opinię geotechniczną dla budowy ściany oporowej, Geo-Spec, Wisła 2018,
- Szczegółową mapę geologiczną Polski w skali 1: 50 000, arkusz Cieszyn (zał. 7), wyd. PIG,
- Mapę osuwisk i terenów zagrożonych wystąpieniem ruchów masowych (zał. 6),
- Mapę hydrogeologiczną Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Cieszyn, wyd. PIG (zał. 11),
- wyniki badań terenowych: wiercenia geologiczno-inżynierskie, wyniki archiwalnych badań geotechnicznych,
- wyniki badań laboratoryjnych (zał. 6.1 – 6.4);

4. Budowa geologiczna

Na terenie Cieszyna i okolic znajdują się dwa regiony geologiczne: zapadlisko przedkarpackie i fliszowe Karpaty zewnętrzne. Zapadlisko przedkarpackie wypełnione jest utworami neogeńskimi. Są to iłowce i mułowce z wkładkami piasków, lokalnie gruboziarnistych. Utwory te zaliczane są do warstw skawińskich.

Zachodnie Karpaty zewnętrzne (fliszowe) zbudowane są z osadów górnajurajskich, kredowych i paleogeńskich. Wyróżnia się tutaj 2 serie skalne: śląską i podśląską o charakterystycznych profilach stratygraficznych. Jednostka śląska utworzona jest z serii piaskowcowo-łupkowej, w których stosunek ilości łupków do piaskowców jest zmienny. Największy udział mają wapienie cieszyńskie i łupki cieszyńskie z wkładkami wapieni, skały te są spękane, zuskokowane i często sfałdowane.

Utwory płaszczowiny podśląskiej zbudowane są z serii piaskowcowo-łupkowej. Zdarza się, że na wymienionych utworach zalegają niezgodnie utwory badenu dolnego (neogenu) i są to ily, ily z soczewkami piasków oraz piaski i żwirowce ilaste (Chowaniec, Witek - MhP, arkusz Cieszyn; 2000).

Utwory fliszowe pokryte są czwartorzędowymi glinami zwietrzelinowymi, zawierającymi okruchy podłoża skalnego. Miąższość ich wynosi na ogół 1-3 m. Ponadto lokalnie na utworach fliszowych oraz powszechnie na przedgórzu występują lessy. Są one porowate, lekkie i bezwarstwowe.

Zasięgiem wierceń do głębokości 4,0 – 6,0 m p.p.t. rozpoznano utwory antropogeniczne oraz naturalne.

Powierzchnię terenu na całej parceli przykrywają nasypy, w większości niebudowlane, których miąższość dochodzi do 4,5 m. Zbudowane są głównie z gliny, gruzu, kruszywa łamanego, piasku, fragmentów cegieł oraz kamieni, asfaltu i zbrojonego betonu.

Poniżej warstwy nasypów występują grunty naturalne w postaci, czwartorzędowych osadów aluwialnych, wykształconych jako gliny, namuły, żwiry. Utwory te są powiązane z wodami gruntowymi występującymi na badanym obszarze.

Starsze podłoże omawianego terenu budują utwory dolnokredowe, litologicznie są to utwory o charakterze fliszowym, zbudowane z naprzemianległych warstw łupków ilastych i wapieni. Utwory te zaliczane są do **górnych łupków cieszyńskich**, których strop rozpoznano na głębokości 2,7-5,0 m p.p.t.

5. Warunki hydrogeologiczne

W Cieszynie z uwagi na płytko występujące podłoże skalne istnieje prawdopodobieństwo zawodnienia w obrębie warstw fliszu. Ośrodek hydrogeologiczny może mieć charakter szczelinowo-porowy, jednak stopień zawodnienia utworów jest tu uwarunkowany ilością i charakterem szczelin. Pory jako drogi krążenia nie odgrywają tu roli ze względu na ich małe rozmiary i częściowe wypełnienie spoiwem. Najbardziej zawodnione są utwory przypowierzchniowe. Strefa aktywnej wymiany wód sięga zazwyczaj do głębokości 60-100 m i głębiej w rejonach dyslokacji tektonicznych. Wodonośność tej strefy w głównej mierze zależy od ilości i miąższości ławic piaskowców. W przypadku przewagi w profilu pionowym skał ilastych,

obszar może być pozbawiony warstwy wodonośnej, lub zawodnienie będzie miało charakter strefowy w postaci sączeń.

Wody podziemne zasilane są przez pośrednią jak i bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych. Infiltracja zależy głównie od charakteru litologicznego zwietrzeliwy i kąta nachylenia stoków. Przepływ wód podziemnych jest zgodny z morfologią terenu, w kierunku dolin rzecznych, które stanowią podstawę drenażu.

W rejonie projektowanych robót geologicznych zgodnie z Mapą hydrogeologiczną Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Cieszyn występują obszarowo jednostki hydrogeologiczne 5 aQI, które obejmują wychodnie piaskowcowo-łupkowe i wapieni należących do warstw wapieni i łupków cieszyńskich [10]. W obrębie nieruchomości gruntowej 60, 61, 62/2 nie stwierdza się obecności głównych zbiorników wód podziemnych.

Wodę gruntową napotkano w otworach nr 1, 2 oraz 3, gdzie wystąpiła w warstwie żwirów oraz namulów. W otworze nr 2 woda gruntowa rozpoznana została jako horyzont sączenia zlokalizowany na głębokości 3,1 m p.p.t. W otworach 1 oraz 3 wody podziemne rozpoznano jako nieciągłe zwierciadła naporowe, o charakterze strefowym, nawiercone na głębokości, kolejno 3,0 i 4,5 m p.p.t. Zwierciadło ustabilizowało się na głębokości 2,2 m (otwór 1) oraz 4,0 m p.p.t. (otwór 3).

Duże zróżnicowanie i strefowy charakter zawodnienia związany jest z dużą zmiennością przepuszczalności gruntów. Na badanym obszarze występują utwory przepuszczalne w postaci żwirów oraz niektórych nasypów, półprzepuszczalne wykształcone jako gliny, namuły a także część spoistych nasypów oraz nieprzepuszczalne w postaci podłoża skalnego.

Badania laboratoryjne próbki wody gruntowej wykazały że woda ta nie wykazuje agresywności względem betonu wg PN EN206-1:2003 (zał. 5).

Z powodu nie wystąpienia ciągłego zwierciadła wód podziemnych nie wykonano mapy poziomów wodonośnych z naniesioną ich miąższością.

6. Warunki geologiczno-inżynierskie

6.1 Wyniki przeprowadzonych badań

Zakres przeprowadzonych badań został dostosowany do zadania geologicznego i występujących w podłożu warunków. W badaniach uwzględniono rodzaj projektowanego obiektu jego kategorię geotechniczną jak i złożoność warunków gruntowych.

Grunty stanowiące podłoże budowlane podzielono na warstwy geotechniczne zgodnie z zasadami PN-81-B-03020. Podstawę podziału stanowiła odmienność litologiczno-genetyczna oraz zróżnicowanie fizyko-mechanicznych właściwości gruntów ustalona na podstawie oznaczeń makroskopowych, badań polowych i laboratoryjnych oraz obserwacji oporów zwiercania na manometrach urządzenia wiertniczego.

Uwaga !

Z uwagi na obecność w podłożu gruntów skalistych i zbudowanych w głównym udziale z frakcji kamienistej nie wprowadzano klasyfikacji gruntu na podstawie PN-EN Eurokod-7, gdyż klasyfikacja ta gruntów tych nie obejmuje. Mamy tu do czynienia z fliszem karpackim reprezentowanym tu głównie przez łupki ilaste z przewarstwieniami wapieni.

Parametry mechaniczne gruntów wyznaczono w oparciu o lokalne zależności korelacyjne w porównaniu z danymi literaturowymi i normami w oparciu o parametr wiodący stopień zagęszczenia i plastyczności – I_D , I_L . Pod uwagę wzięto również wyniki badań laboratoryjnych. Dane o parametrach warstw gruntów w podłożu przedmiotowego terenu zawarto w załączniku nr 5.

6.2 Charakterystyka wydzielonych warstw gruntów

Wartości parametrów geotechnicznych ustalono metodami polowymi, zgodnie z normą PN - EN 1997-1 Eurokod 7, Projektowanie geotechniczne - Zasady ogólne. Głównym wyznacznikiem podziału gruntów na warstwy były wykonane wiercenia i badania laboratoryjne.

Badania polowe wykonano zgodnie z normą PN - EN ISO 14688-1, Badania geotechniczne - oznaczanie i klasyfikowanie gruntów przeprowadzono w oparciu o stare nazewnictwo gruntów wg normy PN-86/B - 02480.

Cały obszar badań pokryty jest przypowierzchniową warstwą nasypów, w większości niekontrolowanych o miąższości sięgającej 4,5 m p.p.t. Nasypy znajdujące się

poniżej muru oporowego zbudowane są z gliny pylastej, okruchów cegieł, kamieni, gruzu, piasku lub kruszywa łamanego. Znajduje się on w stanie luźnym i nie nadaje się do wykorzystania jako podłoże do posadowienia. W miejscu wykorzystywanym jako parking dla muzeum, powyżej muru oporowego, na nasypach niekontrolowanych wykonano powierzchnię utwardzoną w postaci zagęszczonego kruszywa łamanego, zbrojonego betonu lub asfaltu. Nasypy pod parkingiem zbudowane są z dużych bloków gruzu i beton wypełnionych glina pylastą, stanowią podbudowę parkingu. Miąższości utworów antropogenicznych przedstawia załącznik 9.2.

W podłożu dokumentowanego terenu wydzielono dwie podstawowe grupy utworów, nadając im oznaczenia cyfrą rzymską:

I - czwartorzędowe utwory aluwialne,

II - skały fliszowe z okresu kredy.

Grunty podzielono na warstwy geotechniczne na podstawie wyników oznaczeń makroskopowych, badań laboratoryjnych i polowych oraz obserwacji na manometrach urządzenia wiertniczego, szybkości i oporów zwiercania.

Tak określone cechy gruntów należy traktować, jako wyprowadzone, w rozumieniu norm geotechnicznych. Dane o parametrach warstw gruntów w podłożu przedmiotowego terenu zawarto na załączniku nr 5 oraz na przekrojach (zał. 4.1 - 4.3).

WARSTWA Ia – jest to czwartorzędowy grunt spoisty wykształcony jako ciemnobrązowa, twardoplastyczna glina pylasta. Grunt stwierdzono tylko w otworze nr 1 w przedziale głębokości od 1,0 do 1,7 m p.p.t., stopień plastyczności tego gruntu wynosi $I_L = 0,20$. W warstwie tej nie stwierdzono przejawów występowania wód podziemnych.

Parametry charakterystyczne tego gruntu to:

Wilgotność naturalna	W _n	20,0 %
Gęstość objętościowa	ρ	2,10 t/m ³
Spójność	C _u	17,0 kPa
Kąt tarcia wewnętrznego	φ_u	14° 48'
Moduł odkształcenia pierwotnego	E _o	20,6 MPa
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej	M _o	29,4 MPa
Edometryczny moduł ścisłości wtórnej	M	49,0 MPa

WARSTWA Ib – jest to czwartorzędowy grunt spoisty wykształcony jako szaro-zielona, plastyczna glina pylasta z okruchami wapienia. Grunt stwierdzono tylko w otworze nr 3 w przedziale głębokości od 3,2 do 3,7 m p.p.t., stopień plastyczności tego gruntu wynosi $I_L = 0,25$. W warstwie tej nie stwierdzono przejawów występowania wód podziemnych.

Parametry charakterystyczne tego gruntu to:

Wilgotność naturalna	Wn	25,0 %
Gęstość objętościowa	ρ	2,00 t/m ³
Spójność	Cu	15,0 kPa
Kąt tarcia wewnętrznego	φ_u	14° 00'
Moduł odkształcenia pierwotnego	Eo	18,4 MPa
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej	Mo	26,3 MPa
Edometryczny moduł ścisłości wtórnej	M	43,8 MPa

WARSTWA Ic – jest to czwartorzędowy grunt spoisty wykształcony jako ciemnobrązowy, plastyczny namuł gliniasty. Grunt stwierdzono w otworach nr 1, 2 oraz 3 w przedziale głębokości od 1,7 do 5,0 m p.p.t., stopień plastyczności tego gruntu wynosi $I_L = 0,40$. Miąższość namułów waha się od 0,8 do 1,3 m. W warstwie tej stwierdzono występowanie wód podziemnych w postaci sączenia na głębokości 3,1 m p.p.t. w otworze nr 2 oraz zwierciadła nawierconego na głębokości 4,5 m p.p.t. w otworze nr 3, które ustabilizowało się na głębokości 4,0 m p.p.t. Wielkość wahań zwierciadła wody określa się na około 50-60 cm, a stwierdzony wierceniami stan można uznać za średni.

Parametry charakterystyczne tego gruntu to:

Wilgotność naturalna	Wn	61,07 %
Gęstość objętościowa	ρ	1,83 t/m ³
Spójność	Cu	8,5 kPa
Kąt tarcia wewnętrznego	φ_u	8° 00'
Moduł odkształcenia pierwotnego	Eo	4,0 MPa
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej	Mo	6,0 MPa
Edometryczny moduł ścisłości wtórnej	M	-

WARSTWA Id – to gruboziarniste utwory akumulacji rzecznej wykształcone w postaci zielono-szarych żwirów gliniastych. Stan tego gruntu określono jako plastyczny przy stopniu plastyczności wynoszącym $I_L = 0,35$. Utwory te rozpoznano tylko w otworze nr

1, zalegają w przedziale głębokości od 2,5 do 3,8 m p.p.t. W ich obrębie występuje poziom wody gruntowej o charakterze napiętym, nawiercony na głębokości 3,0 m p.p.t. a ustabilizowany na głębokości 2,2 m p.p.t. Wielkość wahań zwierciadła wody określa się na około 50-60 cm, a stwierdzony wierceniami stan można uznać za średni.

Parametry charakterystyczne tego gruntu to:

Wilgotność naturalna	W _n	15,0 %
Gęstość objętościowa	ρ	2,10 t/m ³
Spójność	C _u	11,9 kPa
Kąt tarcia wewnętrznego	φ_u	12° 24'
Moduł odkształcenia pierwotnego	E _o	15,0 MPa
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej	M _o	21,3 MPa
Edometryczny moduł ścisłości wtórnej	M	35,5 MPa

Czwartorzędowe utwory aluwialne ze względu na swoje własności fizko-mechaniczne zostały określone jako słabonośne podłoże gruntowe. Głębokość ich zalegania wraz z miąższością przedstawia załącznik 9.1.

WARSTWA II - to grunty skaliste podłoża kredowego, należące do skał zwietrzałych lub słabo zwietrzałych, w rozumieniu uproszczonej klasyfikacji wietrzenia skały (norma PN-B-04452, zał. nr 1). Są to utwory fliszowe, wykształcone w postaci łupka ilastego przewarstwionego podrzędnie wapieniem. Strop gruntów skalistych stwierdzono na głębokości 2,7-5,0 m p.p.t. (zał. 9.5, 9.6). Wytrzymałość na ściskanie zwietrzałych łupków ilastych wg danych literaturowych, można przyjmować w wysokości: $R_c \sim 1-2$ MPa, z powodu zwietrzenia nie udało się pozyskać próby do badania wytrzymałości na ściskanie. Dzięki uzyskaniu próby wapieni udało się laboratoryjnie wyznaczyć wytrzymałość na ściskanie: $R_c \sim 110,88$ MPa (zał. 6.3).

Podłoże skalne jest warstwą nośną oraz zalecaną do posadowienia obiektu, głębokość jego zalegania przedstawia załącznik 9.3.

7. Prognoza wpływu projektowanej inwestycji na środowisko, warunki podłoża budowlanego

Zgodnie z mapami wykonanymi przez Państwowy Instytut geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w ramach Systemu Ośłony Przeciwośuwiskowej projektowana inwestycja znajduje się poza obszarami objętymi ruchami masowymi ziemi [11].

Negatywny wpływ projektowanej inwestycji na środowisko naturalne będzie ograniczony wyłącznie do czasu realizacji robót budowlanych. Inwestycja zlokalizowana jest w terenie zurbanizowanym i może mieć niewielki wpływ na parcele sąsiednie z uwagi na zwiększony ruch pojazdów.

Nie stwierdza się w rejonie projektowanej inwestycji istnienia Parków Narodowych, zespołów przyrodniczo-krajobrazowych, innych obszarów Natura 2000, użytków ekologicznych czy stanowisk dokumentacyjnych. Bez wpływu na środowisko oraz warunki gruntowo-wodne pozostały również wykonane dla potrzeb niniejszego opracowania roboty geologiczne, gdyż realizowano je poza zasięgiem obszarów chronionych. W zasięgu rozpoznania nie stwierdza się zasobów złóż kopalin.

8. Wnioski i zalecenia

W celu rozwiązania zadania geologicznego jakim było określenie warunków gruntowych dla posadowienia muru oporowego zlokalizowanego przy ul. Stromej w Cieszynie, wykonano łącznie 5 otworów wiertniczych zlokalizowane poza obrysem obiektu. Dokonano również podziału podłoża na zespoły litologiczno-genetyczne wyodrębniając w nich grupy różniące się własnościami fizyko-mechanicznymi.

Po analizie materiału zgromadzonego na podstawie wierceń i opinii zakłada się posadowienie obiektu w sposób pośredni, na palach opartych w podłożu skalnym.

Warunki hydrogeologiczne zostały przedstawione wg stanu na kwiecień 2019 roku i należy pamiętać o tym, że zwierciadło wód gruntowych ulega sezonowym wahaniom, które może w niektórych przypadkach dochodzić do kilkudziesięciu cm. Okres, w którym prowadzone były wiercenia można uznać za ubogi w opady atmosferyczne, stan wód można uznać za minimalny, tzn. mogą pojawić się sączenia na granicy nasypów i osadów aluwialnych w przypadku większych opadów bądź roztopów.

Na obszarze przeprowadzonych badań rozpoznano utwory słabonośne, stąd zaleca się posadowienie pośrednie, na palach lub mikropalach.

9. Podsumowanie

1) Podmiotem zamawiającym i finansującym zadanie budowy jest Gmina Cieszyn z siedzibą przy ul. Rynek 1 w Cieszynie.

- 2) Przedmiotem inwestycji jest budowa ściany oporowej przy ul. Stromej w Cieszynie, na nieruchomościach gruntowych nr 60, 61, 62/2.
- 3) Celem wykonanych prac i badań było rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich podłoża pod projektowaną budowę.
- 4) W szczególności zadanie geologiczne obejmuje określenie genezy, litologii i sposobu zalegania gruntów podłoża, ich własności fizyko-mechanicznych, kategorii urabialności, lokalizacji i charakterystyki poziomu wód gruntowych.
- 5) Roboty geologiczne zostały zaprojektowane w projekcie robót geologicznych dla określenia geologiczno-inżynierskich warunków posadowienia muru oporowego zlokalizowanego przy ul. Stromej w Cieszynie, na parceli nr 60, 61, 62/2 opracowanego w styczniu 2019 r. i zatwierdzonego decyzją Starosty Powiatu Cieszyńskiego z dnia 11 marca 2019 r. o sygnaturze WSG.6540.1.2019.
- 6) Projektowana inwestycja zlokalizowana jest na terenie województwa śląskiego, w powiecie cieszyńskim, mieście Cieszyn.
- 7) Zakres przeprowadzonych badań został dostosowany do zadania geologicznego i występujących w podłożu warunków.
- 8) Roboty geologiczne w terenie zrealizowano w dniach 01 - 04 kwietnia 2019 r pod nadzorem mgr inż. Grzegorza Kondel.
- 9) Działki 60, 61 oraz 62/2 zgodnie z mapami SOPO znajdują się poza obszarami zagrożonymi ruchami masowymi.
- 10) Łącznie wykonano **5 otwory** o głębokości **od 4 do 6,0 m**, co daje łączny metraż: **26,0 mb.**
- 11) Otwory wykonane zostały samochodową wiertnicą hydrauliczną WSG-B/16 świdrem spiralnym średnicą 110 mm oraz kolumną wiertniczą tej samej średnicy.
- 12) Wierceniami do głębokości 6,0 m rozpoznano podłoże gruntowe.
- 13) Grunty stanowiące podłoże budowlane podzielono na warstwy geotechniczne zgodnie z zasadami PN-81-B-03020.
- 14) Podstawę podziału stanowiła odmienność litologiczno-genetyczna oraz zróżnicowanie fizyko-mechanicznych własności gruntów ustalona na podstawie oznaczeń makroskopowych, badań polowych i laboratoryjnych oraz obserwacji oporów zwiercania na manometrach urządzenia wiertniczego.
- 15) W profilu przewierconych warstw rozpoznano kredowe podłoże fliszowe reprezentowane przez łupki i wapienie, czwartorzędowe utwory aluwialne

wykształcone jako żwiry, namuły i gliny pylaste oraz antropogeniczne nasypy, w większości niekontrolowane.

16) W podłożu dokumentowanego terenu wydzielono dwie grupy utworów:

I – czwartorzędowe utwory aluwialne,

II - skały fliszowe z okresu kredy.

17) Czwartorzędowe utwory aluwialne określone zostały jako słabonośne i nieodpowiednie dla posadowienia obiektu.

18) Jako podłoże nośne określono kredowe podłoże skaliste wykształcone w postaci łupków ilastych podrzędnie przewarstwionych wapieniem.

19) Warunki hydrogeologiczne są tutaj ściśle powiązane z budową geologiczną.

20) Zawodnienie stwierdzono w warstwie namułów oraz żwirów. Jest to zawodnienie o charakterze strefowym, wynikające z łatwego przepływu wody w plastycznych namulach i żwirach gliniastych.

21) Badania laboratoryjne prób gruntu pozwoliły na szczegółowe określenie własności fizyczno-mechanicznych gruntów spoistych.

22) Badania laboratoryjne próby wapienia pozwoliły na wyznaczenie wytrzymałości na ściskanie: $R_C \sim 110,88 \text{ MPa}$.

23) Badania laboratoryjne próbki wody gruntowej wykazały że woda ta nie wykazuje agresywności względem betonu wg PN EN206-1:2003

24) Warunki gruntowe należy określić za **złożone** oraz przyjąć **II kategorię geotechniczną** ponieważ:

- W poziomie posadowienia wystąpiła woda gruntowa.
- Na badanym obszarze występują grunty słabonośne: Ia, Ib, Ic, Id.
- Na badanym obszarze przypowierzchniową warstwę gruntu stanowią nasypy, które miejscami osiągają miąższość ponad 3,0m.
- Posadowienie muru oporowego w warstwie łupków ilastych wiązać się będzie z różnicą poziomu posadowienia wynoszącą ponad 2,0 m.

25) Na obszarze przeprowadzonych badań rozpoznano utwory słabonośne, stąd konieczność posadowienia pośredniego, na palach lub mikorpalach. Słaba nośność tych gruntów nie będzie miało wpływu na projektowany obiekt pod warunkiem jego posadowienia pośrednio, na skalnym, stabilnym podłożu.

26) Biorąc pod uwagę zapisy rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. – w sprawie ustalania geotechnicznych

warunków posadowienia obiektów budowlanych warunki gruntowe dokumentowanego terenu określono jako złożone, a obiekt sugeruje się zaliczyć do II kategorii geotechnicznej. Ostateczną decyzję w kwestii ustalenia kategorii geotechnicznej obiektu podejmie projektant.

27) Niniejsza dokumentację przedkłada się w czterech egzemplarzach w Starostwie Powiatowym w Cieszynie, celem zatwierdzenia.

10. Spis literatury i materiałów archiwalnych

1. Baza metadanych geologicznych – Centralna Baza Danych Geologicznych www.cbdg.pgi.gov.pl
2. Baza metadanych Państwowej Służby Hydrogeologicznej www.sdpsb.gov.pl,
3. Baza metadanych Państwowej Dyrekcji Ochrony Środowiska www.geoserwis.gdos.gov.pl
4. Baza metadanych Państwowej Służby Geologicznej, System Osłony Przeciwsuwiskowej www.osuwiska.pgi.gov.pl
5. Nieścieruk P. Wójcik A. 2004 r – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1: 50 000 arkusz Cieszyn. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
6. Kondracki J., 2013 – Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa.
7. Lasoń K., 2002 – Mapa geośrodowiskowa Polski w skali 1: 50 000 arkusz Cieszyn. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
8. Malinowski J. (red) 1991 – Budowa geologiczna Polski, Hydrogeologia. Wydawnictwa geologiczne, Warszawa.
9. Chowaniec J. Witeki K., 2000 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1: 50 000 arkusz Cieszyn. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
10. Unrug R. (red). 1969 – Przewodnik geologiczny po zachodnich Karpatach fliszowych. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
11. Z. Wiłun – Zarys Geotechniki, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1982 r,
12. Wysokiński, W. Kotlicki, T. Godlewski – Projektowanie geotechniczne według Eurokodu 7, ITB, Warszawa 2011,
13. W.C. Kowalski - Geologia Inżynierska, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1988r,
14. Z. Pazdro - Hydrogeologia Ogólna, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1977 r,

15. S. Pisarczyk - Gruntoznawstwo inżynierskie, PWN, Warszawa 2001 r,
16. S. Pisarczyk - Mechanika gruntów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999 r.
17. Geoportal RDOŚ w Katowicach – www.geoportal.rdos.katowice.pl/geoportal/
18. Kondel G., Pytel A., 2019 – Projekt robót geologicznych dla określenia geologiczno-inżynierskich warunków posadowienia muru oporowego zlokalizowanego na nieruchomościach gruntowych 60, 61, 62/2 przy ulicy Stromej w Cieszynie. HYDROLOGIC – Ustroń.
19. Grzelec A., Stańczewski A., 2019 - Projekt budowlany ściany oporowej wraz z rozbiórką istniejącego muru. 4 arch Dobrochna Borsia – Cieszyn.