

**DOKUMENTACJA
GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA
dla stabilizacji osuwiska
wraz z odbudową drogi powiatowej nr 1905R
Kąty – Desznica – Świątkowa Wielka – Świątkowa Mała
w km 10+060 - 10+105
w miejscowości Świątkowa Wielka.**

**gmina: Krempna,
powiat: jasielski,
województwo: podkarpackie.**

Inwestor i Zleceniodawca:

**Powiat Jasielski
ul. Rynek 18, 38-200 Jasło**

Wykonawca:

**PRZEDSIĘBIORSTWO USŁUG GEOLOGICZNO-LABORATORYJNYCH
„CHEMKOP - LABORGEO” Sp. z o.o. 30-261 Kraków, ul. Wybickiego 7.**

Autorzy dokumentacji:

**mgr inż. Leszek Wąsik
nr upraw. VII – 1368; XI – 0048; XII – 0044.**

.....
**mgr inż. Bartłomiej Gładysz
nr upraw. VII – 1827.**

.....
**Władysław Kusia
nr upraw. XII – 0101**

.....
**mgr inż. Damian Kulig
nr upraw. VII – 1810.**

**Prezes PUG-L
CHEMKOP-LABORGEO
mgr Paweł Morek**

.....

SPIS TREŚCI:

Wstęp.....	str. 3
1. Informacje ogólne o terenie badań.....	str. 4
2. Charakterystyka projektowanego obiektu.....	str. 5
3. Opis położenia geograficznego.....	str. 6
4. Opis budowy geologicznej.....	str. 6
5. Prace własne.....	str. 8
5.1. Zakres wykonania robót terenowych.....	str. 8
5.2. Badania laboratoryjne.....	str. 9
6. Opis właściwości fizyczno – mechanicznych gruntów.....	str. 9
7. Ocena warunków geologiczno-inżynierskich i hydrogeologicznych wraz z prognozą wpływu inwestycji na środowisko.....	str. 12
8. Zalecenia dotyczące budowy zabezpieczeń i robót ziemnych.....	str. 15
9. Podsumowanie i wnioski.....	str. 16

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW:

Lokalizacja planowanej inwestycji – skala 1:10 000	zał. 1.
Mapa dokumentacyjna robót geologicznych – skala 1:500	zał. 2.
Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski – skala 1:50 000 (powiększona)	zał. 3.1.
Mapa geologiczno-inżynierska – skala 1:500	zał. 3.2.
Przekrój geologiczno-inżynierski	zał. 4.
Objaśnienia do przekrojów geologiczno-inżynierskich	zał. 4.1.
Karty dokumentacyjne otworów geotechnicznych	zał. 5.1-5.2.
Zestawienie wyników badań laboratoryjnych	zał. 6.
Wyniki oznaczeń spójności i kąta tarcia wewnętrznego	zał. 7.
Wyniki badań granic Atterberga	zał. 8.1-8.5.
Dokumentacja fotograficzna rdzeni wiertniczych	zał. 9.-9.2.
Obliczenia stateczności skarp	zał. 10.
Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi SOPO	zał. 11.
Wypis z wykazu działek i podmiotów ewidencyjnych	zał. 12.

Wstęp.

„Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla stabilizacji osuwiska wraz z odbudową drogi powiatowej nr 1905R Kąty – Desznica – Świątkowa Wielka – Świątkowa Mała w km 10+060 - 10+105 w miejscowości Świątkowa Wielka” jest końcowym efektem prac i robót geologicznych mających za cel:

- Rozpoznanie warunków geologiczno – inżynierskich oraz hydrogeologicznych podłoża projektowanej inwestycji, a w szczególności rozpoznanie procesów geodynamicznych.
- Wyznaczenie wartości charakterystycznych parametrów geotechnicznych dla gruntów poszczególnych warstw geotechnicznych na podstawie prac polowych i badań laboratoryjnych próbek gruntów.
- Wskazanie sposobów zabezpieczenia stoku przed dalszymi osunięciami mas ziemnych.

Inwestorem i Zleceniodawcą prac oraz robót geologicznych jest Powiat Jasielski z siedzibą w Jasle przy ul. Rynek 18. Generalnym wykonawcą prac jest Przedsiębiorstwo Usług Geologiczno - Laboratoryjnych „CHEMKOP-LABORGEO” Sp. z o. o. Mapę sytuacyjno-wysokościową oraz niwelację powykonawczą otworów wiertniczych wykonała firma Zakład Usług Geodezyjno-Kartograficznych "GEOPROJEKT", geodeta inż. Marcin Kolasa, 34-700 Rabka-Zdrój, ul. Sądecka 18. Obliczenia stateczności skarpy wykonała firma K1 Projektowanie Konstrukcyjno-Budowlane Bożena Trzpis, 33-100 Tarnów, ul. Kasprowicza 25.

Dokumentację niniejszą sporządzono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno – inżynierskiej Dz. U. 2016 Poz. 2033. Dokumentacja opracowana została na podstawie badań terenowych i laboratoryjnych oraz materiałów archiwalnych.

Podstawą wykonania niniejszej dokumentacji były:

- Umowa pomiędzy Powiatem Jasielskim a P.U.G.-L. Chemkop Laborggeo Sp. z o.o. na wykonanie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej wraz z wykonaniem badań terenowych i laboratoryjnych, zawarta dnia 29.05.2017 r.

- „Projekt robót geologicznych dla stabilizacji osuwiska wraz z odbudową drogi powiatowej nr 1905R Kąty – Desznica – Świątkowa Wielka – Świątkowa Mała w km 10+060 - 10+105 w miejscowości Świątkowa Wielka.” – zatwierdzony przez Starostę Jasielskiego decyzją nr OS.6540.4.2017 z dnia 4 września 2017 r.
- Opinia do projektu robót geologicznych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, nr GGI/414-111/2017 z dnia 2 sierpnia 2017 r.
- Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz 1038 Osiek Jasielski, wraz z objaśnieniami, opracowana przez R. Kopciowski, Z. Zimnal, L. Jankowski, Warszawa 2014 r.
- Mapa Geośrodowiskowa Polski, plansza A w skali 1:50 000, arkusz 1038 Osiek Jasielski – autorstwa B. Bąk, P. Kuć, I. Laskowicz, Warszawa 2014 r.
- Karta rejestracyjna osuwiska numer ewidencyjny 18-05-062-045532 opracowana przez J. Boratyn, M. Bąk, P. Wyderski, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Kraków 2017 r.
- Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1:10 000. wg aplikacji System Osłony Przeciwośuwiskowej SOPO, Państwowego Instytutu Geologicznego – Instytutu Badawczego,
<http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO/Wyszukaj3>
- Ustawa Prawo geologiczne i górnicze – tekst jednolity Dz.U. z dnia 28.07.2016 r. Poz. 1131.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dz. U. 2016, Poz. 2033.

Dokumentację przekazuje się w 4 egzemplarzach oraz w postaci dokumentu elektronicznego celem zatwierdzenia, w Starostwie Powiatowym w Jasle mieszczącym się przy ul. Rynek 18, 38-200 Jasło.

1. Informacje ogólne o terenie badań.

Teren badań geologicznych znajduje się pod względem administracyjnym w miejscowości Świątkowa Wielka, w gminie Krempna, powiecie jasielskim,

województwie podkarpackim. Na terenie projektowanych badań znajduje się droga powiatowa wraz z mostem na potoku Świerżówka, koryto potoku oraz działki rolne. Teren badań znajduje się na obszarze czynnego osuwiska, które obejmuje brzeg potoku Świerżówka wraz z nasypem drogowym przy zachodnim przyczółku mostu. Na terenie osuwiska nie występuje zabudowa ani linie przesyłowe.

Roboty geologiczne wykonane będą w obszarze osuwiska wpisanego pod numerem ewidencyjnym 18-05-062-045532 do systemu Systemu Osłony Przeciwośuwiskowej, prowadzonego przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy. Osuwisko powstało w okresie wiosennym w 2012 roku. Przyczyną powstania osuwiska była infiltracja wód opadowych i roztopowych oraz naturalne podcięcie erozyjne brzegu potoku. Długość osuwiska wynosi około 13 m, szerokość 28 m. Wysokość skarpy głównej wynosi 1,5 m, a szacunkowa miąższość koluwium w jezorze osuwiskowym wynosi do 8 m. Na powierzchni asfaltu powstało pęknięcie na długości około 10 m, sięgające do połowy szerokości jezdni oraz obniżenie i zniszczenie korony drogi. Następnie osuwisko zostało zabezpieczone przez zasypanie skarpy osuwiska oraz wzmocnienie i zabezpieczenie brzegu potoku koszami siatkowo-kamiennymi.

Roboty geologiczne wykonano na działkach nr 219 (droga) będącej własnością Powiatu Jasielskiego z siedzibą w 38-200 Jasło ul. Rynek 18 i na działce nr 207 (woda płynąca - potok Świerżówka) będącej własnością Skarbu Państwa w trwałym zarządzie Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie z siedzibą w 31-109 Kraków ul. Marszałka J. Piłsudskiego 22. Ponadto obszar osuwiska obejmuje jeszcze prywatne działki nr 216/1 - działka rolna i 216/2 niewielka działka zajęta przez nieużytki. Obszar badań wraz z miejscami wykonanych robót geologicznych przedstawiony jest w zał. 2.

2. Charakterystyka projektowanego obiektu.

Na badanym terenie projektuje się budowę systemu zabezpieczeń mas ziemnych przed dalszym osuwaniem. Zabezpieczenia dotyczyć będą pasa drogowego drogi powiatowej. Obecnie główną przyczyną powstawania ruchów masowych jest filtracja wód atmosferycznych. Wody te nie są w całości odprowadzane do koryta rzeki. W związku z tym zabezpieczenie skarpy polegać będzie w szczególności na odbudowie nasypu drogowego wraz z wymianą gruntów uplastycznionych, a następnie na budowie systemu

drenaży odprowadzających wodę ze skarpy do koryta rzeki. Przewiduje się też możliwość budowy palisady na najbardziej zagrożonych odcinkach drogi.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 r. „w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych” (Dz. U. 2012.463) warunki gruntowe należy zakwalifikować jako skomplikowane ze względu na możliwość okresowego występowania zjawisk geodynamicznych – ruchów masowych. Projektowany obiekt ze względu na warunki gruntowe należy zaliczyć do trzeciej kategorii geotechnicznej, jednak ostateczną decyzję odnośnie kategorii podejmuje konstruktor.

3. Opis położenia geograficznego.

Teren badań znajduje się w południowo-wschodniej Polsce, w województwie podkarpackim, około 26 km od Jasła. Geograficznie teren leży w makroregionie Beskidy Środkowe, w zachodniej części mezoregionu Beskid Niski, w Paśmie Magurskim zbudowanym ze skał osadowych tzw. z fliszu karpackiego. Teren ten znajduje się w dolinie potoku Świerzówka (lewego dopływu Wisłoki), we wschodniej części masywu Magury Wątkowskiej, u podnóża wschodniego stoku szczytu Mareszka (801 m n.p.m.).

4. Opis budowy geologicznej.

Teren rozpoznania geologicznego wchodzi w skład zewnętrznych Karpat fliszowych. Badania geologiczne wykonano na obszarze jednostki geologiczno-tektonicznej zwanej płaszczowiną dukielską, która odsłania się w formie okna tektonicznego Świątkowej Wielkiej, w obrębie płaszczowiny magurskiej. Płaszczowiny zbudowane są z naprzemianległych skał osadowych, warstw piaskowców i łupków stanowiących tak zwany flisz karpacki. Teren ten jest silnie przeobrażonym tektonicznie, sfałdowany i pocięty uskokami. Występują tutaj uskoki o charakterze zrzutowo-przesuwczym i głównym kierunku SW–NE. Płaszczowiny zostały sfałdowane i zuskokowane w okresie miocenkim.

Starsze podłoże skalne w miejscu w którym rozwinęło się osuwisko zbudowane jest z warstw serii dukielskiej, wieku paleogen – oligocen.

Badaniami rozpoznano górną część warstw starszego podłoża, wykształconego jako łupki ilaste z wkładkami piaskowców. Warstwy łupków są zwietrzałe. W obrębie terenu badań nie występują odsłonięcia podłoża skalnego, gdzie można by pomierzyć kąt i kierunek upadu warstw. Zgodnie z mapą geologiczną warstwy zapadają w kierunku południowym pod kątem około 60 stopni.

Na powierzchni zalegają utwory rzeczne wykształcone jako gliny piaszczyste i gliny pylaste związane z rumoszem piaskowców i łupków oraz z domieszką żwirów i piasków. Niżej zalega warstwa ilów pylastych powstała w wyniku wietrzenia warstwy łupków. Miąższość warstw czwartorzędowych wynosi około 2 m.

Na terenie badań stwierdza się grunty antropogeniczne stanowiące nasyp drogowy zbudowany przy moście na potoku Świerżówka. Nasyp powstał w trakcie budowy mostu, zbudowany jest w dolnej części z glin piaszczystych i glin pylastych związanych z domieszką okruchów piaskowca i łupka ilastego, natomiast górna część wykonana została z pospółki. Najwyższa część o miąższości około 1,5 m wykonana została w trakcie doraźnego zabezpieczenia drogi poprzez zasypanie niszy osuwiska pospółką zaglinioną z fragmentami asfaltu na głębokości 1,0-1,5 m p.p.t. Warstwy nasypu o łącznej miąższości 6,5 m rozpoznano w otworze OW-1. Obecnie większość gruntów spoistych nasypowych jest uplastyczniona pod wpływem wody atmosferycznej infiltrującej w głąb nasypu.

Na terenie badań nie stwierdzono występowania ciągłego poziomu wodonośnego. Warunki hydrogeologiczne na omawianym terenie kształtuje przepływający w dolinie potok. W dolinie potoku w gruntach czwartorzędowych występuje jeden nieciągły poziom wodonośny, reprezentowany przez wodę gruntową występującą w obrębie przewarstwień gruntów piaszczystych, oraz w formie sączeń w słabo przepuszczalnych warstwach glin. Czwartorzędowy poziom wodonośny ograniczony jest od dołu nieprzepuszczalną warstwą ilów. Ponadto w warstwach nasypowych również występują sączenia wód opadowych infiltrujących w głąb podłoża. Sączenia wody gruntowej w nasypie drogowym były przyczyną utraty parametrów geotechnicznych warstw i powstania ruchów masowych.

Szczegółowa budowa geologiczna omawianego terenu przedstawiona jest na przekroju geologiczno-inżynierskim (zał. 4) oraz na kartach otworów geotechnicznych (zał. 5.1-5.2).

5. Prace własne.

5.1. Zakres wykonanych badań terenowych.

Prace terenowe stanowiły podstawę rozpoznania problemu geologiczno – inżynierskiego. W ich skład wchodziło:

- 1) Wykonanie wyrobisk rozpoznawczych.
- 2) Profilowanie geologiczne wyrobisk rozpoznawczych i opróbowanie gruntów podłoża.
- 3) Prace geodezyjne.

Wykonane prace geologiczne pozwalają na bardzo dobre rozpoznanie warunków geologiczno – inżynierskich i hydrogeologicznych na terenie planowanej inwestycji. Lokalizację wyrobisk rozpoznawczych przedstawiono na Mapie dokumentacyjnej robót geologicznych (zał. 2).

Ad.1) Wykonano 2 otwory geologiczne (OW-1 ÷ OW-2) o głębokości od 3,6 do 10,0 m p.p.t. Odwiert OW-1 wykonano systemem mechaniczno-obrotowym, wiertnicą UGB, przy pomocy podwójnego aparatu rdzeniowego \varnothing 133 i 112 mm. Po zakończeniu wiercenia otwór został zlikwidowany poprzez cementację, a teren wokół przywrócony został do stanu pierwotnego. Otwór OW-2 odwiercono sondą rdzeniową RKS-135, przy pomocy próbników okienkowych \varnothing 60 – 40 mm, do głębokości 3,6 m p.p.t. W projekcie robót geologicznych zakładano wykonanie otworu OW-2 do głębokości 6 m, jednak ze względu na natrafienie na warstwę piaskowca przerwano wiercenia z braku dalszego postępu. Po przeprowadzeniu wszystkich niezbędnych obserwacji otwór został zlikwidowany z zastosowaniem zaprawy cementowej.

Ad.2) Wyrobiska rozpoznawcze były profilowane przez nadzór geologiczny posiadający odpowiednie uprawnienia. Wyniki profilowań ujęte są w kartach otworów geotechnicznych (zał. 5.1-5.2). W czasie profilowania otworów, z każdej warstwy odmiennej litologicznie, lub różniącej się parametrami geotechnicznymi, jednak nie rzadziej niż co 1 m, wykonywana była analiza makroskopowa gruntów. Pobrano następujące próby gruntów:

- z otworu wiertniczego rdzeniowych pobrano próby NNS.
- z otworu wierconego sondą rdzeniową pobrano 5 prób NW.

Ad.3) Prace geodezyjne polegały na wytyczeniu i niwelacji w terenie otworów wiertniczych oraz wykonaniu powykonawczej mapy dokumentacyjnej robót geologicznych (zał. 2).

5.2. Zakres wykonanych badań laboratoryjnych.

Badania laboratoryjne wykonano zgodnie z normą *PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu*. Rodzaje i stan gruntów oznaczano zgodnie z normą *PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów*. Wyniki badań laboratoryjnych wykorzystano do weryfikacji opisów rodzajów gruntów na kartach dokumentacyjnych otworów i do wydzielenia warstw geotechnicznych w podłożu projektowanej inwestycji. Badania laboratoryjne prób gruntów i skał obejmowały:

1. Badanie właściwości fizycznych próbek gruntów:

- oznaczenie wilgotności naturalnej gruntu - 6 oznaczeń,
- oznaczanie granic konsystencji gruntów spoistych (płynności – w_L , plastyczności - w_p) - 5 oznaczeń,
- oznaczanie ciężaru objętościowego ρ - 1 oznaczenie.

2. Badanie właściwości mechanicznych gruntu:

- badania w aparacie trójosiowego ściskania, w celu oznaczenia kąta tarcia wewnętrznego i kohezji (metodą UU) - 1 oznaczenie,

6. Opis właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów.

Podstawą określenia własności fizyczno-mechanicznych gruntów i wydzielenia warstw geotechnicznych były badania laboratoryjne i makroskopowe próbek gruntu. Parametry geotechniczne zostały wyznaczone metodą A oraz metodą B w oparciu o uśrednione wartości parametrów pomierzonych laboratoryjnie zgodnie z normą *PN-81/B-03020 „Posadowienie bezpośrednie budowli”*.

Na podstawie analizy wszystkich wyników pochodzących z profilowań otworów geotechnicznych i badań laboratoryjnych, wyodrębniono 6 warstw geotechnicznych. W tym wydzielono dwie warstwy gruntów antropogenicznych, nasypów drogowych,

niekontrolowanych, obecnie znajdujących się w obrębie koluwium. Dwie warstwy gruntów rodzimych wieku czwartorzędowego będące utworami związanymi z procesami wietrzeniowymi i deluwialnymi. Grunty te w obrębie terenu badań przemieszczone zostały w wyniku ruchów masowych i stanowią obecnie koluwium osuwiskowe. Wydzielono ponadto dwie warstwy starszego podłoża wieku paleogeńskiego, zbudowane z łupków ilastych zwietrzałych w stropie, z przewarstwieniami piaskowców.

Przy podziale uwzględniono odmienność genetyczną i litologiczną oraz istotne różnice występujące w parametrach geotechnicznych. Poniżej omówiono poszczególne warstwy geotechniczne:

Warstwa I: Nasypy niekontrolowane – pospółki zaglinione. Jest to warstwa gruntów antropogenicznych związana z budową drogi powiatowej. Grunty te występują bezpośrednio pod nawierzchnią drogi oraz w nasypie drogowym przy przyczółku mostu. W górnej nasypy części zbudowane są z pospółki z domieszką gruntów spoistych oraz kruszywa łamanego i fragmentów asfaltu pochodzących ze zniszczonego fragmentu drogi. Warstwy pospółki mają miąższość około 3,2 m. Grunty te są w stanie średnio zagęszczonym, mało wilgotne, barwy brązowo-szarej.

Warstwa II: Nasypy niekontrolowane – gliny. Poniżej warstwy I występują warstwy nasypu zbudowanego z glin pylastych zwięzłych z okruchami piaskowców oraz w dolnej części z glin piaszczystych, również z okruchami piaskowców. Grunty te są w stanie plastycznym, wilgotne, barwy ciemnoszarej i brunatno-szarej. Strop warstwy leży na głębokości 3,2 m p.p.t., natomiast spąg na 6,2 m p.p.t. Miąższość warstwy wynosi 3,0 m. W warstwach glin piaszczystych występują sączenia wód gruntowych. W obrębie tej warstwy rozwinęła się płaszczyna poślizgu omawianego osuwiska.

Warstwa III: Gliny w stanie plastycznym. Jest to warstwa gruntów czwartorzędowych, pochodzenia rzeczno-glazjacyjnego. Warstwa występuje w górnej części profilu gruntów czwartorzędowych, nie stwierdza się jej natomiast poniżej nasypu drogowego. Warstwa ta wykształcona jest jako gliny pylaste zwięzłe i gliny piaszczyste z okruchami piaskowców i łupków ilastych. Grunty te są w stanie plastycznym i miejscami w stanie miękkoplastycznym, wilgotne, barwy od brązowej do szarej. Miąższość tej warstwy wynosi około 1,5 m (w otworze OW-2). Rozpoznana warstwa znajduje się w obrębie koluwium osuwiskowego.

Warstwa IV: Iły w stanie plastycznym. Jest to czwartorzędowa warstwa pochodzenia zwietrzelinowego. Warstwa występuje w dolnej części profilu gruntów czwartorzędowych. Warstwa ta wykształcona jest jako iły pylaste z okruchami łupków, mułowców i drobnoziarnistych piaskowców. Grunty te są w stanie plastycznym, wilgotne, barwy od jasnoszarej do brunatno-szarej. Miąższość tej warstwy wynosi od 0,5 do 1,8 m. Rozpoznana warstwa również znajduje się w obrębie koluwium osuwiskowego.

Warstwa V: Iły w stanie półzwarłym. Jest to warstwa starszego podłoża wieku oligoceńskiego. Warstwa wykształcona jest jako skała miękka, zwietrzała, reprezentowana przez iły i iły pylaste w stanie od półzwarłego do zwartego, mało wilgotne lub suche, barwy szarej z lokalnymi rdzawymi przebarwieniami. Jest to stropowa część warstw starszego podłoża. W obrębie tej warstwy występują przewarstwienia piaskowców drobnoziarnistych. Na stropie tej warstwy rozwinęła się płaszczyna poślizgu osuwiska.

Warstwa VI: Skała twarda - piaskowiec. Jest to również warstwa starszego podłoża, występująca w formie przewarstwień w obrębie warstwy V. Warstwa wykształcona jest jako skała twarda, zbudowana z piaskowców drobnoziarnistych. Przewarstwienia osiągają miąższość od kilku do kilkudziesięciu centymetrów. Na terenie badań warstwa została rozpoznana tylko w otworze OW-2, w spągu otworu.

Tab. 1. Parametry warstw geotechnicznych:

Nr warstwy	Rodzaj gruntów	Symbol gruntu	Stan gruntu	Wilgotność [%]	I_L / I_D	ρ [g/cm ³]	c_u [kPa]	ϕ_u [°,']	E_0 [MPa]	M_0 [MPa]
I	nasyp niekontrolowany pospółka zagliniona	nN (Po / Pog)	szg	mw	0,45	1,75	5	33	130	145
II	nasyp niekontrolowany glina pylasta zwięzła / glina piaszczysta z okruchami piaskowca	NN (G π Z / Gp + KO)	pl	w	0,41	2,00	10	11	12	17
III	glina pylasta zwięzła / glina piaszczysta z rumoszem piaskowca i łupka	G π Z / Gp + KR	pl	w	0,36	2,00	12	12	14	20
IV	ił pylasty	l π	pl	w	0,30	1,80	44	9	11	19

V	skała miękka - zwietrzała (ił pylasty z przewarstwieniami piaskowca)	KWłi / SMłi//pc	pzw / zw	mw / su	0,00	2,24	52	7,30	22	39
VI	skała twarda - piaskowiec	SMłi//pc //mu	pzw / zw	mw / su	-	2,50	$R_c > 5 \text{ Mpa}$			

Objaśnienia do tabeli i przekrojów:

- 1) Wyznaczone wartości są wartościami średnimi wyznaczonymi metodą A oraz B wg normy PN-81/B-03020.
- 2) grunty spoiste warstw II-III pod względem konsolidacji należą do grupy C - inne grunty spoiste nie skonsolidowane, warstwy IV-V należą do grupy D – iły niezależnie od pochodzenia geologicznego, natomiast warstwa VI jest warstwą skał twardych.
- 3) objaśnienia symboli stanu w kolumnie - stan gruntu:

pzw – grunt półzwały,	tpl – grunt twardoplastyczny
pl – grunt plastyczny	mpl – grunt miękoplastyczny
bzg - grunt bardzo zagęszczony	zg – grunt zagęszczony
szg – grunt średnio zagęszczony	ln – grunt zagęszczony
- 4) objaśnienia symboli w kolumnie - wilgotność:

su – grunt suchy	mw – grunt mało wilgotny
w – grunt wilgotny	nw – grunt nawodniony
- 5) pozostałe objaśnienia symboli:

I_L – stopień plastyczności	E_0 – moduł pierwotnego (ogólnego) odkształcenia gruntu,
I_D – stopień zagęszczenia	M_0 – edometryczny moduł ścisłości pierwotnej (ogólnej)
ρ – gęstość objętościowa gruntu	R_c – wytrzymałość skał na ściskanie
ϕ_u – kąt tarcia wewnętrznego	
c_u – spójność (kohezja)	

Przedstawione wartości parametrów są wartościami średnimi i przy dalszych obliczeniach należy stosować współczynnik materiałowy γ_m równy 0,9 lub 1,1 i przyjmować wartości mniej korzystne.

7. Ocena warunków geologiczno-inżynierskich i hydrogeologicznych wraz z prognozą wpływu inwestycji na środowisko.

Obszar, na którym prowadzone były prace geologiczno-inżynierskie, znajduje się na południowym stoku doliny Wisłoki, w miejscowości Świątkowa Wielka. Inwestycja polegać będzie na budowie systemu zabezpieczeń drogi powiatowej nr 1905R przy zachodnim przyczółku mostu na potoku Świerżówka, przed uszkodzeniem w wyniku osunięć mas ziemnych występujących w nasypie drogowym. System zabezpieczeń wykonany zostanie w obrębie pasa drogowego.

Roboty geologiczne wykonane były na terenie osuwiska wpisanego pod numerem inwentaryzacyjnym nr 045532 do Systemu Osłony Przeciwośuwiskowej, prowadzonego przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (załącznik nr 11). Układ geologiczny osuwiska jest asekwentny, ruch ma charakter zsuwu, a przemieszczony

materiał tzw. koluwium detrytyczno-zwietrzelinowe ma maksymalną miąższość do 8 m wraz z częścią nasypu drogowego. Osuwisko jest ciągle aktywne. Jest to niewielkie osuwisko o powierzchni około 0,03 hektara, które obejmuje część nasypu drogowego wraz z połową asfaltowej nawierzchni oraz podłoże gruntowe nasypu. Osuwisko wyraźnie zaznacza się w rzeźbie terenu. Na całej powierzchni osuwiska obserwuje się występowanie form osuwiskowych w postaci skarpy głównej (obecnie zasypanej), spękań na asfalcie, progów akumulacyjnych w tym przemieszczone w kierunku koryta gabiony. W okresie prowadzonych prac nie obserwowano podmokłości na terenie osuwiska.

Przyczyną powstania osuwiska było naturalne podcięcie erozyjne brzegu oraz filtracja wód opadowych przez warstwy nasypu i zwietrzeliny łupków ilastych w podłożu nasypu. Płaszczyzny poślizgu stwierdzono w otworach OW-1 na głębokości 8,0 m p.p.t. i w OW-2 na głębokości 2,0 m p.p.t.

Obecnie skarpa jest na granicy równowagi, ale nieznaczne pogorszenie parametrów geotechnicznych warstw, co nastąpi po okresach intensywnych opadów, doprowadzi do uruchomienia osuwiska.

Teren planowanej inwestycji polegającej na zabezpieczeniu drogi powiatowej przed osunięciem, pod względem geologiczno-inżynierskim zbudowany jest z starszego podłoża, gruntów wieku czwartorzędowego oraz gruntów nasypowych. Starsze podłoże zbudowane jest z skały miękkiej, łupków ilastych z przewarstwieniami cienkoławicowych piaskowców. Warstwy zapadają w kierunku południowym pod kątem około 50-60 stopni, czyli asekwentnie w stosunku do powierzchni poślizgu. Jest to warstwa o najkorzystniejszych parametrach geotechnicznych. Wyżej występują warstwy wieku czwartorzędowego, reprezentowane w podłożu nasypu przez ropy pylaste (zwietrzelinę łupków) oraz przez gliny pylaste zwięzłe i gliny piaszczyste z rumoszem piaskowców i łupków. Stan tych gruntów zależy od intensywności opadów lub roztopów oraz filtracji wody w głąb podłoża. W czasie robót geologicznych stwierdzono że grunty czwartorzędowe w przeważającej części są w stanie plastycznym. Nasyp drogowy w dolnej części uformowany zostały z gruntów spoistych (podobnych do miejscowych gruntów czwartorzędowych), które obecnie pod wpływem filtracji wody są w stanie plastycznym. Górną część nasypów stanowią grunty niespoiste, głównie pospółki z domieszką gruntów gliniastych. Wszystkie grunty spoiste w stanie plastycznym należy uznać za słabonośne.

Na terenie badań nie stwierdzono występowania ciągłego poziomu wodonośnego, a jedynie sączenia wód zawieszonych pochodzących z infiltracji wód opadowych w głąb

podłoża gruntowego i warstw nasypów. Sączenia stwierdzono na różnych poziomach, na rzędnych od 408,4 do 411,4 m n.p.m. Głębokość strefy przemarzania wynosi $h_z = 1,2$.

Badany teren, z wyjątkiem najniższej części dna doliny nie znajduje się na obszarze zagrożonym podtopieniami.

W celu sprawdzenia równowagi zbocza wykonano obliczenia stateczności metodą Sarma oraz dla sprawdzenia poprawności wyników metodą Bishop'a. Obliczenia wykonano w dwóch etapach, w pierwszym obliczenia przeprowadzono z uwzględnieniem parametrów według niniejszej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, a następnie dla parametrów geotechnicznych z uwzględnieniem długotrwałego działania wody.

Obliczenia stateczności w przekroju nr A-A', w przedstawionej na przekroju płaszczyźnie poślizgu oraz przy obecnie stwierdzonych parametrach warstw, wskazują że skarpa jest stateczna, a współczynnik bezpieczeństwa F jest większy od wymaganej wartości 1,5. Jednak dla wyinterpretowanej, najmniej korzystnej powierzchni poślizgu (obejmującej całość korony nasypu wraz z nawierzchnią), współczynnik bezpieczeństwa F w przybliżeniu jest równy 1 (pkt 1 obliczenie 3). Świadczy to o tym że skarpa pozostaje w chwilowej równowadze, a każde nawet niewielkie pogorszenie parametrów gruntów, spowoduje osunięcie całej nawierzchnie drogi.

W następnym etapie wykonano obliczenia z uwzględnieniem niekorzystnego działania wód opadowych infiltrujących w głąb podłoża gruntowego. W wyniku tych obliczeń uzyskano odpowiednio niższe współczynniki bezpieczeństwa F. Współczynnik ten w przypadku płaszczyzny poślizgu obejmującej całą nawierzchnię jest znacznie mniejszy od 1 (pkt 2 obliczenie 3).

Na podstawie wykonanych obliczeń stwierdza się konieczność zabezpieczenia drogi przed jej całkowitym zniszczeniem.

W celu prowadzenia monitoringu projektowanego obiektu proponuje się przynajmniej założenie reperów wysokościowych w dowiązaniu do państwowej osnowy geodezyjnej.

W przypadku prawidłowego zaprojektowania, wykonania i eksploatacji systemu zabezpieczeń nie przewiduje się wystąpienia zmian w środowisku z wyjątkiem zatrzymania ruchów masowych w obrębie drogi powiatowej. W sąsiedztwie projektowanej inwestycji nie występują inne obiekty budowlane.

Planowana inwestycja nie znajduje na terenie rezerwatów, parków narodowych

i krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazu, parków krajobrazowych. Teren ten zlokalizowany jest jednak w obrębie otuliny Magurskiego Parku Narodowego. Projektowana inwestycja nie należy do przedsięwzięć, dla których może istnieć obowiązek sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko – Rozporządzenie Rady Ministrów „W sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko” z dnia 9 listopada 2010 r. (DZ.U. Nr 213) i Rozporządzenie Rady Ministrów „Zmieniające rozporządzenie sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko” z dnia 25 czerwca 2013 r. (DZ.U. 2013 poz. 817).

Na obszarze inwestycji nie występują złoża kopalin, które należy zagospodarować.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 r. „w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych” (Dz. U. 2012.463) warunki gruntowe ze względu na występowanie zjawisk geodynamicznych – ruchów masowych kwalifikuje się jako skomplikowane. Projektowany obiekt ze względu na skomplikowane warunki gruntowe należy zaliczyć do trzeciej kategorii geotechnicznej, jednak ostateczną decyzję odnośnie kategorii podejmuje konstruktor.

8. Zalecenia dotyczące budowy zabezpieczeń i robót ziemnych.

Konieczna jest odbudowa nasypu drogowego i wymiana gruntów spoistych plastycznych. Nasyp drogowy należy odbudować przy użyciu kruszywa łamanego lub gruntów stabilizowanych spoiwami. Konieczne jest również wykonanie odwodnień powierzchniowych w formie rowów z drenem poniżej, tak aby zminimalizować filtrację wody w warstwy nasypu i podłoża gruntowego. Należy też zwrócić szczególną uwagę na drenaż i odprowadzenie wód powierzchniowych do koryta potoku od południowej strony nasypu drogowego.

Po północnej stronie drogi można rozważyć budowę palisady z słupów żelbetowych, zabezpieczającej nasyp przed ruchami masowymi. Ewentualna palisada musi być zakotwiona w gruntach skalistych.

W korycie potoku, brzeg należy wzmocnić narzutem kamiennym.

9. Podsumowanie i wnioski.

Na podstawie analizy wyników uzyskanych w trakcie realizacji programu prac geologiczno-inżynierskich, którego efektem jest niniejsza dokumentacja, stwierdza się że:

- **Budowa geologiczna terenu badań wykazuje skomplikowane warunki gruntowe, natomiast prace budowlane związane z zabezpieczeniem osuwiska zalicza się do trzeciej kategorii geotechnicznej.**
- **W trakcie prowadzenia robót geologicznych stwierdzono, że na omawianym obszarze występują aktywne ruchy osuwiskowe co potwierdza analiza stateczności stoku.**
- **Osuwisko ma układ asekwentny o charakterze zsuwu, a przemieszczony materiał jest detrytyczno-zwietrzelinowy. Maksymalna miąższość koluwium wynosi około 8 m.**
- **W podłożu gruntowym występują grunty nasypowe, wieku czwartorzędowego oraz starsze podłoże wieku - paleogen. Uwzględniając różnice genetyczne i litologiczne gruntów oraz ich stan wyodrębniono 6 warstw geotechnicznych.**
- **Najkorzystniejsze warunki geotechniczne występują w obrębie warstwy geotechnicznej nr V czyli w warstwie skały miękkiej, zbudowanej z łupków ilastych oraz w warstwie nr VI, stanowiącej przewarstwienia skały twardej, piaskowców cienkoławicowych, w obrębie warstw łupków.**
- **Niekorzystne parametry geotechniczne wykazuje warstwa nr II, III oraz IV, zbudowane z glin oraz ilów w stanie plastycznym. Jest to warstwy obejmujące również nowo powstałe koluwia.**
- **Na omawianym terenie nie stwierdzono występowania ciągłego poziomu wodonośnego. Występują jedynie sączenia wód zawieszonych, pochodzące z filtracji wody opadowej w głąb podłoża gruntowego.**

- Obecne ruchy masowe wywołane są przez filtrację wód opadowych, które następnie powodują uplastycznienie warstw podłoża, w szczególności gruntów czwartorzędowych oraz nasypowych i powodują pogorszenie ich parametrów geotechnicznych. Brak jest odpowiedniego odprowadzenia wód powierzchniowych z obszaru nasypu drogowego w kierunku doliny potoku.
- Zaleca się prowadzenie monitoringu geodezyjnego osuwiska wzdłuż korony drogi na zachodnim przyczółku mostu.
- Ze względu na skomplikowane warunki gruntowe, prace ziemne przy zabezpieczeniu osuwiska zaleca się prowadzić pod nadzorem geotechnicznym.