

DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKA

**określająca warunki geologiczno - inżynierskie dla potrzeb
stabilizacji osuwisk nr 60416 i 60417 wraz z odbudową drogi
gminnej nr 290927K „Kamionka Wielka – Ptakówka
Niżna” w km 0+130-0+240 w m. Kamionka Wielka**

Gmina: Kamionka Wielka

Powiat: nowosądecki

Województwo: małopolskie

Opracowali:

Inwestor: Gmina Kamionka Wielka, 33-334 Kamionka Wielka 5

Nowy Sącz, październik 2023 r

Spis treści:

1. Wstęp.
2. Wymagania techniczno – budowlane i kategoria geotechniczna obiektu.
 - 2.1. Charakterystyka projektowanego obiektu.
3. Ocena zakresu wykonanych robót geologicznych.
4. Położenie i morfologia terenu.
5. Budowa geologiczna.
6. Charakterystyka warunków wodnych.
7. Charakterystyka warunków geologiczno – inżynierskich.
8. Charakterystyka zjawisk i procesów geodynamicznych terenu dokumentowanych prac.
 - 8.1 Monitoring obiektu.
9. Prognoza zmian warunków geologiczno – inżynierskich oraz wpływ inwestycji na środowisko.
10. Wskazania dotyczące sposobu racjonalnego posadowienia projektowanego obiektu i niezbędnych prac zabezpieczających.
11. Literatura.
12. Wnioski.

Spis załączników:

Lokalizacja terenu badań w skali 1 : 25 000	zał.1
Lokalizacja terenu badań na MOTZ w skali 1 : 10 000	zał.2
Mapa dokumentacyjna w skali 1 : 500	zał.3.1
Mapa geologiczno - inżynierska w skali 1 : 500	zał.3.2
Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1: 50 000	zał.4
Karty wyrobisk badawczych	zał. 5.1 - 5.7
Przekroje geologiczno - inżynierskie	zał. 6.1 - 6.5
Legenda do przekrojów	zał. 7
Tabelaryczne zestawienie badań laboratoryjnych gruntów	zał. 8
Wyniki badań w aparacie bezpośredniego ścinania	zał. 9.1 - 9.9
Objaśnienia	zał. 10
Karty rejestracyjne osuwisk	zał. 11.1-11.2
Decyzja zatwierdzająca projekt robót geologicznych	zał. 12
Karta informacyjna dokumentacji	zał. 13
Opinia Państwowego Instytutu Geologicznego	zał. 14

1.Wstęp.

Dokumentację geologiczno – inżynierską dla potrzeb stabilizacji osuwisk nr 60416 i 60417 wraz z odbudową drogi gminnej nr 290927K „Kamionka Wielka – Ptakówka Niżna” w km 0+130-0+240 w m. Kamionka Wielka wykonano na zlecenie Inwestora – Gminy Kamionka Wielka, zgodnie z „Projektem robót geologicznych dla określenia warunków geologiczno – inżynierskich dla potrzeb stabilizacji osuwisk nr 60416 i 60417 wraz z odbudową drogi gminnej nr 290927K „Kamionka Wielka – Ptakówka Niżna” w km 0+130-0+240 w m. Kamionka Wielka”, zatwierdzonym przez Starostę Nowosądeckiego, decyzją z dnia 17.07.2023r. znak: ORL-IV.6540.65.2023.

Opracowanie niniejsze wykonano w celu przeprowadzenia rozpoznania i oceny warunków geologiczno – inżynierskich dla potrzeb stabilizacji osuwisk nr 60416 i 60417 wraz z odbudową drogi gminnej nr 290927K „Kamionka Wielka – Ptakówka Niżna” w km 0+130-0+240 w m. Kamionka Wielka oraz określenia warunków gruntowo - wodnych, fizycznych i mechanicznych cech gruntów, a w szczególności zasięgu i głębokości istniejącego tam osuwiska.

Dokumentację geologiczno – inżynierską opracowano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznych i dokumentacji geologiczno – inżynierskich (Dz. U. z dnia 15.12.2016r., poz.2033).

Zgodnie z wytycznymi zawartymi w §19, ust. 2. w/w. rozporządzenia wykonano przekroje geologiczno - inżynierskie i mapę geologiczno - inżynierską. Nie opracowano mapy obszarów zagrożonych podtopieniami ponieważ na omawianym terenie takie obszary nie występują. Nie wykonano również mapy miąższości gruntów słabonośnych ponieważ wszystkie grunty znajdujące się nad płaszczyzną poślizgu uznano jako słabonośne.

W trakcie realizacji zlecenia wykonano mapę sytuacyjno - wysokościową w skali 1 : 500, w rejonie istniejącego osuwiska.

Wiercenia badawcze wykonała firma Usługi Geologiczne „GEOLOGIKA” s.c. P. Gorczyca J. Gorczyca, ul. Kaczorowy 87, 38 - 200 Jasło.

Badania laboratoryjne gruntu wykonał dr inż. Robert Kaczmarczyk w laboratorium AGH w Krakowie jak również wykonano w laboratorium „ProGeo” w Nowym Sączu.

Dokumentację niniejszą opracowano na podstawie:

1. Wizji lokalnych i kartowania geologicznego terenu badań.
2. Pięciu otworów badawczych, pełnordzeniowych, do głębokości maksymalnej 13,0 m ppt i łącznym metrażu 55,0 mb.

3. Dwóch wykopów badawczych do głębokości 5,0 m ppt i łącznym metrażu 10,0 mb.
4. Polowych, makroskopowych badań prób gruntu.
5. Badań gruntu penetrometrem weiskowym.
6. Badań laboratoryjnych pobranych prób gruntu.
7. Mapy topograficznej w skali 1 : 25 000.
8. Mapy sytuacyjno – wysokościowej w skali 1 : 500.
9. Kart rejestracyjnych osuwisk Nr 12-10-052-060416 i Nr 12-10-052-060417 – M. Wódka i A. Ochmańska, maj 2021r.
10. Instrukcji obserwacji i badań osuwisk drogowych – Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych – Warszawa 1999.
11. Instrukcji opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1:10000 – PIG Warszawa 2008.
12. Obecnie obowiązujących norm.

Prace terenowe wykonano w dniach od 4-7 sierpień 2023 r.

Wyrobiska badawcze wyznaczono w terenie w nawiązaniu do istniejącej zabudowy i szczegółów topograficznych, w oparciu o mapę sytuacyjno - wysokościową w skali 1 : 500. Rzędne terenu w miejscach wyrobisk określono przez niwelację.

2. Wymagania techniczno – budowlane i kategoria geotechniczna obiektu.

Na omawianym terenie przewiduje się stabilizację osuwisk nr 60416 i 60417 wraz z odbudową drogi gminnej nr 290927K „Kamionka Wielka – Ptakówka Niżna” w km 0+130-0+240 w m. Kamionka Wielka.

Wg informacji zawartych w karcie wymagań techniczno – budowlanych oraz analizy warunków geologiczno - inżynierskich, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z 27.04.2012 r., poz.463) rodzaj projektowanego obiektu oraz skomplikowane warunki geologiczne terenu (osuwisko), na którym projektuje się zabezpieczenie osuwisk powodują, że inwestycję należy zaliczyć go do **trzeciej kategorii geotechnicznej**.

2.1. Charakterystyka projektowanego obiektu.

Na badanym terenie projektuje się stabilizację osuwisk nr 60416 i 60417 wraz z odbudową drogi gminnej nr 290927K „Kamionka Wielka – Ptakówka Niżna” w km 0+130-0+240 w m. Kamionka Wielka. Prace stabilizacyjne będą polegały na odwodnieniu terenu i wykonaniu palowania, a następnie wykonanie nowej nawierzchni.

3. Ocena zakresu wykonanych robót geologicznych.

Celem opracowania zawartym w projekcie robót geologicznych było rozpoznanie warunków geologiczno - inżynierskich i hydrogeologicznych terenu, umożliwiających zabezpieczenie osuwisk. W tym celu na omawianym terenie wykonano roboty geologiczne zgodnie z zatwierdzonym projektem. Wykonano 5 otworów pełno rdzeniowych, do głębokości: 13,0 m otwór Nr 1 i 2; 10,0 m ppt otwór Nr 3 i 4; 9,0 m ppt otwór Nr 5 oraz dwóch wykopów badawczych W-1 i W-2 do głębokości 5,0 m ppt. Otwory rdzeniowane 1-5 zostały wykonane rdzeniówką podwójną na płuczkę, wykop W-1 został wykonany mechanicznie, natomiast wykop W-2 wykonany został ręcznie. Uzysk rdzenia wyniósł ok. 90 - 100%. Otwory nr 3 i 4 zostały przegłębione o 2,0 m, a otwór nr 5 o 1,0 m w celu uzyskania co najmniej 3,0 m podłoża skalnego i w związku z niepewnością osiągnięcia najgłębszej płaszczyzny poślizgu. Natomiast otwory Nr 1 i 2 oraz wykopy W-1 i W-2 zostały wykonane do głębokości założonej w Projekcie robót geologicznych.

Roboty geologiczne prowadzone były na działkach:

- Nr 1014 (otwory Nr 1 i 3) we władaniu na zasadach samoistnego posiadania Gminy Kamionka Wielka – drogi z siedzibą w Kamionce Wielkiej,
- Nr 1034/2 (otwór Nr 2) stanowiącej własność Gminy Kamionka Wielka z siedzibą Kamionka Wielka 5, 33-334 Kamionka Wielka,
- Nr 1028 (otwory Nr 4, 5 i odkrywka W-2) stanowiącej własność: Poremba Sławomir i Poremba Zofia zam. Kamionka Wielka 81, 33-334 Kamionka Wielka,
- Nr 1034/1 (odkrywka W-1) stanowiącej własność: Poremba Sławomir i Poremba Zofia zam. Kamionka Wielka 81, 33-334 Kamionka Wielka.

Prace wykonane były pod nadzorem geologa, który na bieżąco wykonywał profilowanie geologiczne przewierconych warstw i pobierał próbki gruntów z otworów badawczych i wykopów oraz prowadził obserwacje hydrogeologiczne. Po wykonaniu wszystkich robót związanych z rozpoznaniem, otwory i wykopy zostały zlikwidowane. Likwidacja polegała na zasypaniu gliną i żwirem, z ubijaniem co 20 - 50 cm.

Jednocześnie z wykonywaniem otworów geologicznych i wykopów przeprowadzono kartowanie geomorfologiczne i geologiczno - inżynierskie terenu, w celu ustalenia dokładnych granic osuwiska.

Dla próbek gruntu pobranych z otworów wykonano badania laboratoryjne określające: wilgotność, stopień plastyczności, kąt tarcia wewnętrznego, spójność, gęstość objętościową, oraz wytrzymałość na ściskanie. Wyniki badań zostały przedstawione na Zał.7, Zał.8 i Zał. 9.1 - 9.9.

Wykonane prace umożliwiły właściwą ocenę warunków geologiczno - inżynierskich na potrzeby stabilizacji osuwisk i zabezpieczenia drogi.

4. Położenie i morfologia terenu.

Badany teren położony jest w zachodniej części miejscowości Kamionka Wielka przynależnej administracyjnie do gminy Kamionka Wielka, powiat nowosądecki, województwo małopolskie. *Teren opracowania położony jest w Południowomałopolskim Obszarze Chronionego Krajobrazu, poza obszarami sieci Natura 2000 oraz innymi obszarami chronionymi.*

Opracowanie obejmuje dwa osuwiska zlokalizowane w rejonie osiedla Ptakówka Niżna. Osuwiska obejmują swoim zasięgiem fragment drogi gminnej nr 290927K „Kamionka Wielka – Ptakówka Niżna” w km 0+130-0+240.

Osuwisko nr 60416 rozpoczyna się skarpą główną biegnącą wzdłuż drogi gminnej nr 290927K „Kamionka Wielka – Ptakówka Niżna” w km 0+186-0+240 obejmującą skarpe przykorytową potoku bez nazwy, płynącego po zachodniej stronie drogi. Osuwisko posiada skarpe główną wysokości ok. 1,5 m i obejmuje fragment drogi na odcinku ok. 57 m, a kończy się czołem o wysokości ok. 3,0 m w korycie potoku. Północna część osuwiska posiada wyraźną, świeżą skarpe główną, która doprowadziła do zerwania części jezdni asfaltowej. W południowej części osuwiska skarpa zaznacza się wyraźnymi ugięciami i szczelinami w drodze. W tej części poniżej drogi znajdują się nasypy, w obrębie których zarejestrowano szczeliny świadczące o ciągłej aktywności osuwiska. Osuwisko ma długość ok. 18 m i szerokość ok. 60 m, a jego powierzchnia wynosi ok. 0,07 ha. Średni spadek terenu w obrębie osuwiska wynosi ok. 26⁰. Rzędne terenu w rejonie osuwiska wynoszą ok. 414,0 m n.p.m. w korycie potoku do ok. 424,0 m n.p.m. w rejonie skarpy głównej. Rozpiętość pionowa osuwiska wynosi ok. 10,0 m. Jest to osuwisko skalno - zwietrzelinowe, subsekwentne o miąższości koluwiów w rejonie drogi 5,1 - 6,3 m. Duży wpływ na rozwój osuwiska miała erozja boczna potoku oraz infiltracja wód opadowych i roztopowych. Osuwisko jest aktywne

ciągle i stanowi zagrożenie dla drogi gminnej i budynku mieszkalnego nr 429. W celu umożliwienia dojazdu do osiedla Ptakówka Niżna tymczasowo ułożono płyty betonowe na prywatnych działkach powyżej drogi gminnej.

Osuwisko nr 60417 rozpoczyna się skarpą główną powyżej drogi gminnej nr 290927K „Kamionka Wielka – Ptakówka Niżna” w km 0+130-0+155 obejmującą stok dolny zbocza. Osuwisko posiada skarpe główną wysokości ok. 4,0 m i obejmuje fragment drogi na odcinku ok. 29 m, a kończy się czołem o wysokości ok. 1,0 m. Poniżej skarpy występują szczeliny, wyraźne deformacje jezdni oraz uszkodzenia barierek drogowych. Poniżej drogi występują nierówności i ślady świeżych przemieszczeń. Osuwisko ma długość ok. 50 m i szerokość ok. 25 m, a jego powierzchnia wynosi ok. 0,11 ha. Średni spadek terenu w obrębie osuwiska wynosi ok. 24°. Rzędne terenu w rejonie osuwiska wynoszą ok. 392,0 m n.p.m. w sąsiedztwie koryta potoku Kamionka do ok. 414,0 m n.p.m. w rejonie skarpy głównej. Rozpiętość pionowa osuwiska wynosi ok. 22,0 m. Jest to osuwisko skalno - zwietrzelinowe, insekwentne o przewidywanej miąższości koluwiów w rejonie drogi 9,7 – 10,9 m. Duży wpływ na rozwój osuwiska miała infiltracja wód opadowych i roztopowych. Osuwisko jest aktywne ciągle i stanowi zagrożenie dla drogi gminnej i grozi całkowitym zerwaniem drogi uniemożliwiającym dojazd do osiedla Ptakówka Niżna.

5. Budowa geologiczna.

Badany teren położony jest w obrębie jednej z jednostek tektonicznych Karpat Zewnętrznych – płaszczowiny magurskiej, w jej strefie facjalnej zwanej raczańską. Zbudowana jest ona ze skał osadowych wieku kredowego i paleogeńskiego, składających się z naprzemianległych piaskowców i łupków typowych utworów fliszowych. Na omawianym terenie w podłożu występują piaskowce cienkoławicowe i łupki – warstw belowskich i hieroglifowych nierozdzielonych, wieku eoceńskiego – zał. 4.

Wg Karty rejestracyjnej osuwiska (KRO) Nr 12-10-052-060416 na badanym terenie występują piaskowce cienkoławicowe i łupki margliste – formacja belowska (eocen) oraz łupki pstre (paleoceńsko – eoceńskie) – zał. 11.1.

Wg Karty rejestracyjnej osuwiska (KRO) Nr 12-10-052-060417 na badanym terenie występują piaskowce cienkoławicowe i łupki warstw belowskich i hieroglifowych nierozdzielonych wieku eoceńskiego – zał. 11.2.

Na podstawie wykonanych wierceń stwierdzono, że podłoże paleogeńskie wykształcone jest w postaci łupka ilastego przewarstwionego piaskowcem który na podstawie pomiarów kąta w rdzeniu wiertniczym zapada pod kątem: 38 stopni w otworze Nr 1; 16 stopni w otworze Nr 4 i 12-46 stopni w otworze Nr 5. W otworze badawczym nr 2 stwierdzono występowanie łupka ilastego zapadającego pod kątem 28 stopni, a w otworze badawczym Nr 3 występuje piaskowiec i łupak zapadający pod kątem 19 stopni. W wykopie badawczy W-2 podłoże skalne wykształcone jest w postaci łupka przewarstwionego piaskowce. W wykopie W-1 do głębokości maksymalnej 5,0 m ppt nie stwierdzono występowania podłoża skalnego. W naturalnym odsłonięciu terenowym kąt zapadania podłoża skalnego wynosi 33° w kierunku wschodnim (zał.3.1).

Utwory paleogeńskie głębszego podłoża przykryte są zwietrzelinowymi osadami czwartorzędowymi, wykształconymi w postaci zwietrzelin „in situ” oraz deluwialnych i koluwalnych glin i rumoszy gliniastych. Zbocza gór i wzniesień przykryte są warstwą glin, rumoszy i zwietrzelin gliniastych o zmiennej miąższości, uzależnionej głównie od kąta nachylenia zbocza. Na zboczach stromych jest ona mniejsza i często wykazuje tendencję do zsuwania się i tworzenia spływów powierzchniowych warstw gruntu. Ruch mas ziemnych po zboczu występuje najczęściej na głębokości stropu podłoża skalnego jak i w obrębie pakietów łupkowo – piaskowcowych. Powierzchnią poślizgu jest tutaj przeważnie powierzchnia stropu przewarstwień skały łupkowej, na których gromadzi się warstwa wody gruntowej. Woda ta powoduje nadmierne nawilgocenie gliniasto – rumoszowych utworów pokrywy zwietrzelinowej, utratę ich spójności i ruch w dół zbocza.

W dwóch otworach badawczych i jednym wykopie badawczym nad utworami paleogeńskimi stwierdzono występowanie zwietrzelin „in situ” wykształconych w postaci zwietrzelin gliniastych łupkowo – piaskowcowych (otwór Nr 1 i wykop W-1), a także zwietrzelin gliniastych łupkowych (otwór Nr 2).

W wykopie badawczym nr W-1 i otworze Nr 5 stwierdzono występowanie utworów aluwialnych wykształconych w postaci: żwirów gliniastych.

W wykonanych otworach badawczych w obrębie osuwisk stwierdzono występowanie antropogenicznych nasypów budowlanych drogowych i nasypów niebudowlanych oraz koluwalnych: glin zwięzłych, glin pylastych zwięzłych, glin piaszczystych, glin pylastych z okruchami łupka, rumoszy gliniastych łupkowo-piaskowcowych, rumoszy gliniastych łupkowych, rumoszy gliniastych piaskowcowo - łupkowych.

Wśród rumoszy gliniastych występują okruchy łupka wielkości 5 – 10 cm i piaskowca wielkości do 10 cm w ilości 70 - 95%.

Na podstawie wykonanych wierceń w rejonie drogi w obrębie osuwiska nr 60416 miąższość koluwiów wyniosła 5,1 - 6,3 m, a w obrębie osuwiska nr 60417 miąższość koluwiów wyniosła 9,7 – 10,9 m.

W obrębie utworów koluwalnych we wszystkich otworach badawczych zaobserwowano powierzchnie poślizgu. Zaobserwowane powierzchnie poślizgu wystąpiły na głębokości:

- 10,9 m ppt – kąt 10^0 w otworze Nr 1;
- 7,5m ppt – kąt 30^0 w otworze Nr 2;
- 9,7 m ppt – kąt 10^0 w otworze Nr 2;
- 4,3 m ppt – kąt 15^0 w otworze Nr 3;
- 4,7 m ppt – kąt 48^0 w otworze Nr 3;
- 6,3 m ppt – kąt 10^0 w otworze Nr 3;
- 5,1 m ppt – kąt 35^0 w otworze Nr 4;
- 5,3 m ppt – kąt 25^0 w otworze Nr 5;
- 5,5 m ppt – kąt 10^0 w otworze Nr 5.

Na omawianym terenie ruchami osuwiskowymi zostały objęte zarówno utwory paleogeńskie jak i przykrywające je zboczowe utwory czwartorzędowe. Ruch mas ziemnych po zboczu występuje głównie na głębokości stropu podłoża skalnego, w obrębie rumoszy gliniastych łupkowych i łupkowo - piaskowcowych. Powierzchnią poślizgu jest tutaj powierzchnia stropu przewarstwień skały łupkowej, na których gromadzi się warstwa wody gruntowej. Woda ta powoduje nadmierne nawilgocenie gliniasto – rumoszowych utworów pokrywy zwietrzelinowej, utratę ich spójności i ruch w dół zbocza.

Powierzchnie poślizgu naniesiono na przekrojach geologicznych. Przebieg najniższej z powierzchni można traktować jako pewny i określa ona głębokość osuwiska. Pozostałe powierzchnie poślizgu stanowią interpretację graficzną związaną z morfologią terenu jak i występowaniem powierzchni poślizgu w rdzeniu wiertniczym. Ich przebieg należy traktować jako orientacyjny.

6. Charakterystyka warunków wodnych.

Wody powierzchniowe na omawianym terenie reprezentowane są przez potok Kamionka przepływający w pobliżu czoła osuwiska nr 60417 i potok bez nazwy przepływający u czoła osuwiska Nr 60416 będący lewobrzeżnym dopływem potoku

Kamionka. Na omawiany teren następuje napływ wód opadowych i roztopowych, spływających z wyższej partii zbocza tj. od strony południowej.

Warunki hydrogeologiczne są ściśle związane z budową geologiczną. Występują tutaj dwa horyzonty wód gruntowych: głęboki paleogeński i płytki czwartorzędowy. Wody horyzontu paleogeńskiego zawarte są w szczelinach spękań piaskowców i łupków fliszowych podłoża skalnego. Ilość jej uzależniona jest od ilości i wielkości szczelin piaskowca kontaktujących się ze sobą i jego porowatości. Warstwy łupkowe są praktycznie bezwodne. Wody horyzontu tego wypływają na powierzchnię w miejscach wychodni warstw tworząc źródła i podmokłości.

Na terenie zboczy woda gruntowa horyzontu czwartorzędowego występuje w postaci sączeń w obrębie rumoszowo – gliniastych utworów pokrywy zwietrzelinowej. Sączenia te zasilane są głównie wodami infiltracyjnymi opadowymi oraz wodami horyzontu mioceńskiego wypływającymi z podłoża skalnego. Ilość i wydajność tych sączeń jest w bardzo dużym stopniu uzależniona od pór roku. W mokrych jego okresach zarówno ilość jak i wydajność sączeń wielokrotnie się zwiększają i wtedy występują praktycznie w całym profilu gruntowym czwartorzędowej pokrywy zwietrzelinowej. Większość sączeń grupuje się w przyspągowej partii zwietrzeliny, na styku tej warstwy z podłożem skalnym lub na styku nasypu i podłoża skalnego. Powodują one bardzo często nadmierne nawilgocenie gliniasto - rumoszewego gruntu i tym samym utratę jego spójności, i co za tym idzie – zsuwanie się mas ziemnych po zboczach i powstanie osuwisk i spływów powierzchniowych warstw gruntu.

W wykonanych otworach badawczych do głębokości maksymalnej 9,0-13,0 m ppt jak również w wykopach badawczych do głębokości maksymalnej 5,0 m ppt nie stwierdzono występowania wody gruntowej żadnego z horyzontów.

7. Charakterystyka warunków geologiczno – inżynierskich.

Na podstawie wykonanych badań polowych i laboratoryjnych prób gruntów, w oparciu o obowiązujące normy oraz uwzględniając genezę i stratygrafię, zalegające w podłożu grunty zaliczono do dziewięciu warstw geologiczno - inżynierskich.

Do warstwy I zaliczono antropogeniczne luźne/średniozagęszczone, koluwalne nasypy drogowe i nasypy niebudowlane o barwie szarej i brązowej. Nasyp niebudowlany zbudowany jest głównie z gliny piaszczystej, rumoszy piaskowca oraz otoczków i głazów piaskowca.

Występowanie warstwy I stwierdzono w pięciu otworach badawczych bezpośrednio od powierzchni terenu do głębokości: 0,5 m ppt w otworze Nr 1 i wykopie W-2; 2,0 m ppt w otworze Nr 2; 1,0 m ppt w otworze Nr 3 oraz 1,7 m ppt w otworze Nr 5.

Dla warstwy tej nie określono parametrów fizyko – mechanicznych.

Do warstwy II zaliczono koluwalne twardoplastyczne gliny zwięzłe, gliny pylaste zwięzłe, gliny pylaste z okruchami łupka o barwie brązowej oraz półzwarte gliny pylaste zwięzłe o barwie brązowej. Występowanie warstwy II stwierdzono w trzech otworach badawczych i dwóch wykopach badawczych na głębokości: 0,5 – 1,5 m ppt w otworze Nr 1; 0,3 – 1,2 m ppt w otworze Nr 4; 2,8 – 3,7 m ppt w otworze Nr 5; 0,3 – 3,5 m ppt w wykopie W-1 i 0,5 – 1,1 m ppt w wykopie W-2.

Dla warstwy II określono parametry fizyko - mechaniczne, których średnie wartości przedstawiają się następująco:

- wilgotność naturalna	$W_n = 18,2 - 26,8 \%$
- gęstość objętościowa	$\rho = 2,0-2,15 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$
- stopień plastyczności	$I_L = 0,20; I_L < 0,$ (stan twardoplastyczny, półzwarty)
- kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_u = 13,9-22,4^\circ$
- kohezja	$C_u = 19-67,8 \text{ kPa}$
- moduł odkształcenia pierwotnego	$E_o = 21\ 000-34\ 000 \text{ kPa}$

Do warstwy III zaliczono koluwalne plastyczne gliny piaszczyste o barwie brązowej. Występowanie warstwy III stwierdzono jedynie w otworze badawczym Nr 5 na głębokości: 1,7 – 2,5 m ppt.

Dla warstwy III określono parametry fizyko - mechaniczne, których średnie wartości przedstawiają się następująco:

- wilgotność naturalna	$W_n = 17,2 - 17,4 \%$
- gęstość objętościowa	$\rho = 2,10 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$
- stopień plastyczności	$I_L = 0,40$ (stan plastyczny)
- kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_u = 11^\circ$
- kohezja	$C_u = 11 \text{ kPa}$
- moduł odkształcenia pierwotnego	$E_o = 13\ 000 \text{ kPa}$

Do warstwy IV zaliczono koluwalne twardoplastyczne i twardoplastyczne/plastyczne rumosze gliniaste łupkowe z pojedynczymi okruchami piaskowca, rumosze gliniaste piaskowcowo – łupkowe, rumosze gliniaste piaskowcowe, rumosze gliniaste łupkowe i rumosze gliniaste łupkowo – piaskowcowe o barwie brązowej i brązowo-szarej.

Okruchy łupka i piaskowca wielkości 5-10 cm występują w ilości 60 - 70%. Materiał wypełniający stanowi glina zwięzła. Występowanie warstwy IV stwierdzono w czterech otworach badawczych i jednym wykopie badawczym na głębokości:

- 1,5 – 6,5 m ppt w otworze Nr 1;
- 2,0 – 3,4 m ppt w otworze Nr 2;
- 1,0 – 2,5 m ppt w otworze Nr 3;
- 3,8 – 5,1 m ppt w otworze Nr 4;
- 1,1 – 2,0 m ppt w wykopie Nr W-2.

Dla warstwy IV określono laboratoryjnie parametry fizyko - mechaniczne, których średnie wartości przedstawiają się następująco:

- wilgotność naturalna	$W_n = 18,2 - 18,4 \%$
- gęstość objętościowa	$\rho = 2,10 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$
- stopień plastyczności	$I_L = 0,05 - 0,25$ (stan twardoplastyczny, twardoplastyczny/plastyczny)
- kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_u = 14 - 17^\circ$
- kohezja	$C_u = 16 - 25 \text{ kPa}$
- moduł odkształcenia pierwotnego	$E_o = 18\ 000 - 30\ 000 \text{ kPa}$

Do warstwy V zaliczono koluwalne półzwarte i zwarte rumosze gliniaste łupkowe z okruchami piaskowca, rumosze gliniaste łupkowe, rumosze gliniaste łupkowo – piaskowcowe, rumosze gliniaste piaskowcowo-łupkowy o barwie popielatej, szarej, brązowej i brązowo - szarej. Okruchy łupka i piaskowca posiadają wielkość 5-10 cm i występują w ilości 70 - 95%. Materiał wypełniający stanowi glina zwięzła i glina pylasta zwięzła. Występowanie warstwy V stwierdzono we wszystkich otworach badawczych na głębokości:

- 6,5 – 10,9 m ppt w otworze Nr 1;
- 3,4 – 9,7 m ppt w otworze Nr 2;
- 2,5 – 6,3 m ppt w otworze Nr 3;
- 1,2 – 3,8 m ppt w otworze Nr 4;

- 3,7 – 5,5 m ppt w otworze Nr 5.

Dla warstwy V określono laboratoryjnie parametry fizyko - mechaniczne, których średnie wartości przedstawiają się następująco:

- wilgotność naturalna	$W_n = 4,6 - 20,48 \%$
- gęstość objętościowa	$\rho = 2,15-2,20 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$
- stopień plastyczności	$I_L < 0$; zw (stan półzwały; zwarty)
- kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_u = 18-23,6^\circ$
- kohezja	$C_u = 30-101,2 \text{ kPa}$
- moduł odkształcenia pierwotnego	$E_o = 34\ 000 \text{ kPa}$
- wytrzymałość na ściskanie	$R_c = 0,23-0,85 \text{ MN/m}^2$

Do warstwy VI zaliczono aluwialne twardoplastyczne żwiry gliniaste o barwie brązowej. Występowanie warstwy VI stwierdzono w otworze badawczym Nr 5 na głębokości: 2,5 – 2,8 m ppt i wykopie badawczym Nr W-1 na głębokości 3,5 – 4,4 m ppt.

Dla warstwy VI określono parametry fizyko - mechaniczne, których średnie wartości przedstawiają się następująco:

- wilgotność naturalna	$W_n = 9,2 - 28,4 \%$
- gęstość objętościowa	$\rho = 2,20 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$
- stopień plastyczności	$I_L = 0,12$ (stan twardoplastyczny)
- kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_u = 14,5-16^\circ$
- kohezja	$C_u = 21-31,5 \text{ kPa}$
- moduł odkształcenia pierwotnego	$E_o = 25\ 000 \text{ kPa}$

Do warstwy VII zaliczono zboczowe półzwarte zwietrzliny gliniaste łupkowo – piaskowcowe, zwietrzliny gliniaste łupkowe o barwie brązowo – szarej, popielatej i szarej. Okruchy łupka i piaskowca posiadają wielkość do 10 cm i występują w ilości 70-85%. Materiał wypełniający stanowi glina zwięzła.

Występowanie warstwy VII stwierdzono w dwóch otworach badawczych i jednym wykopie badawczym na głębokości:

- 10,9 – 11,5 m ppt w otworze Nr 1;
- 9,7 – 11,5 m ppt w otworze Nr 2;
- 4,4 – 5,0 m ppt w wykopie Nr W-1.

Dla warstwy VII określono laboratoryjnie parametry fizyko - mechaniczne, których średnie wartości przedstawiają się następująco:

- wilgotność naturalna	$W_n = 0,47-15,75 \%$
- gęstość objętościowa	$\rho = 2,20 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$
- stopień plastyczności	$I_L < 0$ (stan półzwały)
- kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_u = 18-20,6^\circ$
- kohezja	$C_u = 30-109,2 \text{ kPa}$
- moduł odkształcenia pierwotnego	$E_o = 34\,000 \text{ kPa}$
- wytrzymałość na ściskanie	$R_c = 1,67 \text{ MN/m}^2$

Do warstwy VIII zaliczono podłoże skalne, wykształcone w postaci: łupka ilastego przewarstwionego piaskowcem (50% łupka i 50% piaskowca w otworze Nr 1 oraz 95% łupka i 10% piaskowca w otworze Nr 3, 70% łupka i 30% piaskowca w otworze Nr 4, 90% łupka i 10% piaskowca w otworze Nr 5) zapadającego pod kątem 12-46 stopni. Występowanie skały miękkiej i skały miękkiej przewarstwionej skałą twardą stwierdzono we wszystkich otworach badawczych i jednym wykopie na głębokości:

- 11,5 – 13,0 m ppt w otworze Nr 1;
- 11,5 – 13,0 m ppt w otworze Nr 2;
- 6,3 – 9,2 i 9,5 – 10,0 m ppt w otworze Nr 3;
- 5,1 – 10,0 m ppt w otworze Nr 4;
- 5,5 – 9,0 m ppt w otworze Nr 5;
- 2,0 – 5,0 m ppt w wykopie Nr W-2.

Dla warstwy VIII określono laboratoryjnie parametry fizyko - mechaniczne, których średnie wartości przedstawiają się następująco:

- wilgotność naturalna	$W_n = 4,72 - 11,35\%$
- stopień plastyczności	zwały
- wytrzymałość na ściskanie	$R_c = 0,73 - 11,32 \text{ MN/m}^2$

Do warstwy IX zaliczono podłoże skalne piaskowcowe o barwie szarej. Występowanie skały twardej stwierdzono jedynie w otworze badawczym Nr 3 na głębokości: 9,2 – 9,5 m ppt. Dla warstwy IX określono laboratoryjnie parametry fizyko - mechaniczne, których średnie wartości przedstawiają się następująco:

- wilgotność naturalna	$W_n = 2,18 \%$
- wytrzymałość na ściskanie	$R_c = 70,27 \text{ MN/m}^2$

8. Charakterystyka zjawisk i procesów geodynamicznych terenu dokumentowanych prac.

Opracowanie obejmuje dwa osuwiska nr 60416 i nr 60417 zlokalizowane w rejonie osiedla Ptakówka Niżna. Osuwiska powstały w skarpie erozyjnej potoku bez nazwy będącego lewobrzeżnym dopływem potoku Kamionka i uszkodziły drogę gminną nr 290927K stanowiącą jedyny dojazd do osiedla Ptakówka Niżna. Duży wpływ na rozwój osuwisk miała infiltracja wód opadowych i roztopowych, a dodatkowo do uaktywnienia się osuwiska o Nr 60416 przyczyniła się erozja potoku płynącego poniżej drogi.

Osuwisko nr 60416 rozpoczyna się skarpią główną biegnącą wzdłuż drogi gminnej nr 290927K „Kamionka Wielka – Ptakówka Niżna” w km 0+186-0+240 obejmującą skarpię przykorytową potoku bez nazwy, płynącego po zachodniej stronie drogi. Osuwisko posiada skarpię główną wysokości ok. 1,5 m i obejmuje fragment drogi na odcinku ok. 57 m, a kończy się czołem o wysokości ok. 3,0 m w korycie potoku. Północna część osuwiska posiada wyraźną, świeżą skarpię główną, która doprowadziła do zerwania części jezdni asfaltowej. W południowej części osuwiska skarpa zaznacza się wyraźnymi ugięciami i szczelinami w drodze. W tej części poniżej drogi znajdują się nasypy, w obrębie których zarejestrowano szczeliny świadczące o ciągłej aktywności osuwiska. Osuwisko ma długość ok. 18 m i szerokość ok. 60 m, a jego powierzchnia wynosi ok. 0,07 ha. Średni spadek terenu w obrębie osuwiska wynosi ok. 26⁰. Rzędne terenu w rejonie osuwiska wynoszą ok. 414,0 m n.p.m. w korycie potoku do ok. 424,0 m n.p.m. w rejonie skarpy głównej. Rozpiętość pionowa osuwiska wynosi ok. 10,0 m. Jest to osuwisko skalno - zwietrzelinowe, subsekwentne o miąższości koluwiów w rejonie drogi 5,1 - 6,3 m.

Osuwisko nr 60417 rozpoczyna się skarpią główną powyżej drogi gminnej nr 290927K „Kamionka Wielka – Ptakówka Niżna” w km 0+130-0+155 obejmującą stok dolny zbocza. Osuwisko posiada skarpię główną wysokości ok. 4,0 m i obejmuje fragment drogi na odcinku ok. 29 m, a kończy się czołem o wysokości ok. 1,0 m. Poniżej skarpy występują szczeliny, wyraźne deformacje jezdni oraz uszkodzenia barierki drogowej. Poniżej drogi występują nierówności i ślady świeżych przemieszczeń. Osuwisko ma długość ok. 50 m i szerokość ok. 28 m, a jego powierzchnia wynosi ok. 0,11 ha. Średni spadek terenu w obrębie osuwiska wynosi ok. 24⁰. Rzędne terenu w rejonie osuwiska wynoszą ok. 392,0 m n.p.m. w sąsiedztwie koryta potoku Kamionka do ok. 414,0 m n.p.m. w rejonie skarpy głównej. Rozpiętość pionowa osuwiska wynosi ok. 22,0 m. Jest to osuwisko skalno - zwietrzelinowe, insekwentne o miąższości koluwiów w rejonie drogi 9,7 – 10,9 m.

8.1 Monitoring obiektu.

W chwili prowadzenia robót geologicznych w rejonie spękanej drogi nie prowadzono monitoringu. Po wykonaniu prac stabilizacyjnych wskazane jest prowadzenia okresowego monitoringu geodezyjnego w obrębie korpusu drogi, w celu określenia ewentualnych przemieszczeń pionowych i poziomych.

9. Prognoza zmian warunków geologiczno – inżynierskich oraz wpływu inwestycji na środowisko.

Projektowane prace zabezpieczające mają na celu wyeliminowanie zagrożeń dla stateczności korpusu drogi przed ewentualnymi dalszymi ruchami. W przypadku odwodnienia terenu spowodują poprawę parametrów fizyko - mechanicznych gruntów, powodując korzystną zmianę warunków geologiczno - inżynierskich.

Przyszłe prace nie zmieniają w istotny sposób warunków hydrologicznych mogących mieć szkodliwy wpływ dla środowiska w tym szczególnie dla wód podziemnych. Prace budowlane należy prowadzić w sposób uniemożliwiający skażenie gruntów i wód. Do celów stabilizacyjnych preferować należy miejscowe kruszywa naturalne. W odległości ok. 1,1 km na północny – zachód od terenu badań znajduje się złoża kamieni łamanych i blocznych – Mystków 1. W czasie wykonywania prac stabilizacyjnych do środowiska gruntowo – wodnego nie będą wprowadzane żadne substancje mogące wpłynąć na pogorszenie stanu tego środowiska.

10. Wskazania dotyczące sposobu racjonalnego posadowienia projektowanego obiektu i niezbędnych prac zabezpieczających.

Osuwisko nr 60416 posiada powierzchnię ok. 0,07 ha, a osuwisko nr 60417 posiada powierzchnię ok. 0,11 ha.

Osuwisko nr 60416 jest aktywne ciągle i stanowi zagrożenie dla drogi gminnej i budynku mieszkalnego nr 429. Maksymalna głębokość osuwiska w rejonie drogi wynosi 6,3 m.

Osuwisko nr 60417 jest aktywne ciągle i stanowi zagrożenie dla drogi gminnej i grozi całkowitym zerwaniem drogi uniemożliwiającym dojazd do osiedla Ptakówka Niżna. Maksymalna głębokość osuwiska w rejonie drogi wynosi 10,9 m.

W związku z brakiem możliwości przeniesienia drogi gminnej poza teren osuwiska niezbędne jest zabezpieczenie drogi oraz zbocza przed osuwaniem.

W celu zabezpieczenia osuwisk zaleca się:

- **utrzymanie drożności i poprawienie szczelności rowu przydrożnego, biegnącego po wschodniej stronie drogi,**
- **odprowadzenie wód z rowu przydrożnego przepustem pod drogą do koryta potoku bez nazwy rurociągiem szczelnym,**
- **wykonanie w korpusie drogi pali z osadzeniem ich ok. 3,0 m w podłożu skalnym,**
- **ubezpieczenie brzegu potoku bez nazwy przed erozją boczną poprzez wykonanie opaski z koszy siatkowo – kamiennych na osuwisku nr 60416,**
- **zabezpieczenie konstrukcyjne osuwisk powinno obejmować całe odcinki drogi, która znajdują się w obrębie obszaru osuwisk,**
- **rodzaj konstrukcji zabezpieczającej zostanie ostatecznie ustalony przez konstruktora w projekcie budowlanym,**
- **wykonanie nowej nawierzchni drogi na odcinku ok. 110 m.**

11. Literatura.

1. Z. Paul - Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1: 50 000 arkusz 1036 – Grybów, PIG 1991r.
http://bazadata.pgi.gov.pl/data/smgp/arkusze_skany/smgp1036.jpg[dostęp:10.2023r]
2. I. Laskowicz, P. Kuć i B. Bąk – Mapa Geośrodowiskowa Polski II Plansza A w skali 1 : 50 000, arkusz 1036 – Grybów, PIG, 2014 r.
<http://bazadata.pgi.gov.pl/data/mgsp/2/A/mgsp2A1036.jpg> [dostęp 10.2023 r]
3. P. Marciniak, S. Lisicki, I. Laskowicz, J. Rubinkiewicz, D. Grabowski i A. Biel - Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000 dla gminy Kamionka Wielka wraz z objaśnieniami, PIG 2014.
4. M. Wódka i A. Ochmańska, Karty rejestracyjne osuwisk Nr 12-10-052-060416 i Nr 12-10-052-060417, Centrum Geozagrożeń PIG-BIP, maj 2021r. [udostępnione na wniosek przez Starostę Nowosądeckiego].
5. L. Bober, K. Thiel, L. Zabuski – Zjawiska osuwiskowe w Polskich Karpatach Fliszowych, IBW PAN Gdańsk 1997.
6. Instrukcja opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1:10000 – PIG Warszawa 2008.

12. Wnioski.

1. Na podstawie kartowania w terenie oraz wykonanych wyrobisk badawczych, stwierdza się występowanie w ciągu drogi gminnej nr 290927K „Kamionka Wielka – Ptakówka Niżna” w km 0+130-0+240 w m. Kamionka Wielka, dwóch osuwisk nr 60416 i 60417. Osuwisko nr 60416 obejmuje ok. 57 m odcinek drogi gminnej, a osuwisko nr 60417 ok. 29 m odcinek. Osuwisko nr 60416 jest aktywne ciągle i stanowi zagrożenie dla drogi gminnej i budynku mieszkalnego nr 429, a osuwisko nr 60417 jest aktywne ciągle i stanowi zagrożenie dla drogi gminnej i grozi całkowitym zerwaniem drogi uniemożliwiającej dojazd do osiedla Ptakówka Niżna. Zasięg osuwiska zaznaczono na załączniku graficznym Nr 3.1 i 3.2.
2. Osuwisko nr 60416 rozpoczyna się skarpą główną wysokości ok. 1,5 m i obejmuje fragment drogi na odcinku ok. 57 m, a kończy się czołem o wysokości ok. 3,0 m w korycie potoku, a osuwisko nr 60417 posiada skarpę główną wysokości ok. 4,0 m i obejmuje fragment drogi na odcinku ok. 29 m, a kończy się czołem o wysokości ok. 1,0 m.
3. Ruchami osuwiskowymi objęte zostały utwory czwartorzędowe i nasypy drogowe.
4. Obydwa badane osuwiska są osuwiskami skalno – zwietrzelinowym. Osuwisko nr 60416 jest subsekwentne, a osuwisko nr 60417 jest insekwentne.
5. W 2021 r. na skarpie erozyjnej potoku bez nazwy będącego lewobrzeżnym dopływem potoku Kamionka powstały dwa niewielkie osuwiska, które uszkodziły drogę gminną nr 290927K stanowiącą jedyny dojazd do osiedla Ptakówka Niżna. Duży wpływ na rozwój osuwisk miała infiltracja wód opadowych i roztopowych, a dodatkowo do uaktywnienia się osuwiska o Nr 60416 przyczyniła się erozja potoku płynącego poniżej drogi. Osuwisko Nr 60416 jest aktywne ciągle i stanowi zagrożenie dla drogi gminnej i budynku mieszkalnego nr 429. Osuwisko nr 60417 jest aktywne ciągle i stanowi zagrożenie dla drogi gminnej i grozi całkowitym zerwaniem drogi uniemożliwiającym dojazd do osiedla Ptakówka Niżna.
6. Bezpośrednią przyczyną uaktywnienia się osuwiska było nadmierne nawilgocenie gruntu czwartorzędowej pokrywy gliniasto – rumoszowej, w czasie intensywnych opadów deszczu, powodujące osłabienie parametrów fizyko – mechanicznych gruntów. Wpływ na stateczność zbocza ma znaczny napływ wód opadowych z wyższej partii stoku, złe odprowadzanie wód z stoku i drogi oraz podcinanie zbocza przez potok bez nazwy w rejonie osuwiska nr 60416.

7. W otworach badawczych nr 1 i 2 oraz w wykopie W-1 w obrębie osuwisk stwierdzono występowanie zboczowych zwietrzelin gliniastych łupkowo – piaskowcowych oraz zwietrzelin gliniastych łupka. Utwory koluwalne reprezentowane są przez antropogeniczne nasypy budowlane drogowe i nasypy niebudowlane oraz koluwalne: glin zwięzłych, glin pylastych zwięzłych, glin piaszczystych, glin pylastych z okruchami łupka, rumoszy gliniastych łupkowo-piaskowcowych, rumoszy gliniastych łupkowych, rumoszy gliniastych piaskowcowo - łupkowych. We wszystkich otworach badawczych i wykopie W-2 stwierdzono występowanie podłoża skalnego. Na podstawie wykonanych wierceń stwierdzono, że podłoże paleogeńskie wykształcone jest w postaci łupka ilastego przewarstwionego piaskowcem który na podstawie pomiarów kąta w rdzeniu wiertniczym zapada pod kątem: 12-46 stopni. W naturalnym odsłonięciu terenowym kąt zapadania podłoża skalnego wynosi 33° w kierunku wschodnim.
8. Na podstawie wykonanych wierceń w obrębie osuwiska nr 60416 miąższość koluwiów w rejonie drogi wyniosła 5,1 - 6,3 m, a w obrębie osuwiska nr 60417 miąższość koluwiów wyniosła 9,7 – 10,9 m.
9. W obrębie utworów koluwalnych we wszystkich otworach badawczych zaobserwowano powierzchnie poślizgu. Zaobserwowane powierzchnie poślizgu wystąpiły na głębokości: 10,9 m ppt – kąt 10⁰ w otworze Nr 1; 7,5 m ppt – kąt 30⁰ w otworze Nr 2; 9,7 m ppt – kąt 10⁰ w otworze Nr 2; 4,3 m ppt – kąt 15⁰ w otworze Nr 3; 4,7 m ppt – kąt 48⁰ w otworze Nr 3; 6,3 m ppt – kąt 10⁰ w otworze Nr 3; 5,1 m ppt – kąt 35⁰ w otworze Nr 4; 5,3 m ppt – kąt 25⁰ w otworze Nr 5; 5,5 m ppt – kąt 10⁰ w otworze Nr 5.
10. W wykonanych otworach badawczych do głębokości maksymalnej 9,0-13,0 m ppt jak również w wykopach badawczych do głębokości maksymalnej 5,0 m ppt nie stwierdzono występowania wody gruntowej żadnego z horyzontów.
11. W przypadku dalszego rozwoju ruchów mas ziemnych możliwe jest całkowite zniszczenie drogi gminnej oraz uszkodzenie budynku nr 429 dlatego też niezbędne jest kompleksowe zabezpieczenie drogi oraz zbocza przed osuwaniem.
12. **W celu zabezpieczenia zbocza i drogi przed osuwaniem zaleca się:**
 - utrzymanie drożności i poprawienie szczelności rowu przydrożnego, biegnącego po wschodniej stronie drogi,

- odprowadzenie wód z rowu przydrożnego przepustem pod drogą do koryta potoku bez nazwy rurociągiem szczelnym,
 - wykonanie w korpusie drogi pali z osadzeniem ich ok. 3,0 m w podłożu skalnym,
 - ubezpieczenie brzegu potoku bez nazwy przed erozją boczną poprzez wykonanie opaski z koszy siatkowo – kamiennych na osuwisku nr 60416,
 - zabezpieczenie konstrukcyjne osuwisk powinno obejmować całe odcinki drogi, która znajdują się w obrębie obszaru osuwisk,
 - rodzaj konstrukcji zabezpieczającej zostanie ostatecznie ustalony przez konstruktora w projekcie budowlanym,
 - wykonanie nowej nawierzchni drogi na odcinku ok. 110 m.
13. W związku ze znaczną głębokością osuwisk dochodzącą w rejonie drogi do 6,3 m w osuwisku nr 60416 i 10,9 m w osuwisku nr 60417 ich stabilizacja jest kosztowna jednak ze względu na brak alternatywy konieczna.
14. Niniejszą dokumentację należy złożyć do zatwierdzenia przez Starostę Powiatu Nowosądeckiego.



Fot. 1 - Rdzeń wiertniczy otworu Nr 1.



Fot. 2 - Rdzeń wiertniczy otworu Nr 2.



Fot. 3 - Rdzeń wiertniczy otworu Nr 3.



Fot. 4 - Rdzeń wiertniczy otworu Nr 4.



Fot. 5 - Rdzeń wiertniczy otworu Nr 5.



Fot. 6 – Powierzchnia poślizgu na głębokości 9,7 m ppt w otworze Nr 2.



Fot. 7 – Powierzchnia poślizgu na głębokości 5,5 m ppt w otworze Nr 5.



Fot. 8 – Nisza osuwiskowa w osuwisku nr 60417



Fot. 9 – Spękania w obrębie drogi gminnej nr 290927K w osuwiska nr 60417



Fot.10 – Widok z drona na osuwisko nr 60416.



Fot.11 – Widok z drona na osuwisko nr 60417.