



43-450 Ustroń, ul. Katowicka 11
tel/fax 033/8544146

Kondel Władysław, tel. 0604/540108 Sordyl Ludwik, tel. 0604/540107

Inwestor: Zarząd Dróg Powiatowych w Bielsku-Białej, 43-382 Bielsko-Biała, ul. T. Regera 81



DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA

**Temat: Bestwina, ul. Gen. Hallera - likwidacja osuwiska na drodze
powiatowej nr 4469S, w km 1+250**

Miejscowość: Bestwina

Powiat: bielski

Województwo: śląskie

Opracował:

mgr inż. Ludwik Sordyl
/upr. C.U.G. - 070925/

mgr Władysław Kondel
/upr. C.U.G. - 070921/

Paweł Sordyl

Ustroń, sierpień 2008 r.

NIP 548-10-27-617
REGON 070533236

konto bankowe: Bank Śląski w Katowicach o/Ustroń
nr 62 1050 1096 1000 0001 0108 6031



Spis treści:

1. Wstęp.	3
1.1 Informacje ogólne	3
1.2 Zakres rzeczowy badań.	4
2. Charakterystyka terenu badań.	5
2.1. Lokalizacja.	5
2.2. Morfologia i hydrografia.	5
2.3. Aktualny sposób użytkowania terenu.	8
2.4. Charakter techniczny projektowanej inwestycji.	9
3. Przebieg badań.	9
3.1. Prace polowe.	9
3.2. Prace laboratoryjne.	10
3.3. Prace kameralne.	10
4. Budowa geologiczna.	11
5. Warunki wodne.	13
6. Warunki geologiczno - inżynierskie.	14
7. Prognoza wpływu projektowanej inwestycji na środowisko	18
8. Podsumowanie.	19
9. Spis literatury i materiałów archiwalnych	20
10. Wnioski i zalecenia	21

(Karta informacyjna dokumentacji geologiczno-inżynierskiej i Kopia decyzji zatwierdzającej Projekt prac geologicznych - przy tekście)

Spis załączników:

1. Orientacja w skali 1 : 50 000	- zał. nr 1
2. Mapa dokumentacyjna w skali 1 : 500	- zał. nr 2
3. Wycinek Mapy Geol. Polski (bez czwartorzędu) w skali 1 : 50000	- zał. nr 3
4. Wycinek Mapy Geol. Polski (z utw. powierzchni.) w skali 1:50000	- zał. nr 4
5. Profile geotechniczne otworów w skali 1 : 100	- zał. nr 5.1-5.9
6. Wyniki badań sondą dynamiczną SD-50	- zał. nr 6.
7. Przekroje geologiczno-inżynierskie w skali : 1 :100/250	- zał. nr 7.1-7.4
8. Objaśnienia do profili i przekrojów	- zał. nr 8
9. Legenda do przekrojów	- zał. nr 9
10. Zestawienie wyników badań laboratoryjnych gruntów	- zał. nr 10
11. Analiza wody gruntowej	- zał. nr 11



1. Wstęp.

1.1 Informacje ogólne

Inwestor: Zarząd Dróg Powiatowych w Bielsku-Białej, 43-382 Bielsko-Biała,
ul. Regeera 81.

Zleceniodawca: j.w.

Wykonawca: GEOSOND s.c., Władysław Kondel, Ludwik Sordyl, 43-450 Ustroń,
ul. Katowicka 11.

Nazwa tematu: Bestwina, ul. Gen. Hallera - likwidacja osuwiska na drodze powiatowej
nr 4469S, w km 1+250.

Celem prac i badań było rozpoznanie przyczyn zjawisk ruchów masowych gruntów w obrębie korpusu drogowego oraz w jego najbliższym sąsiedztwie, na drodze powiatowej nr 4469S, w miejscowości Bestwina.

W szczególności zadanie geologiczne obejmowało: określenie głębokości zalegania płaszczyzny lub płaszczyzn poślizgu, lokalizację w profilu pionowym poziomów wystąpienia wód gruntowych oraz określenie rodzaju i charakteru gruntów wraz z danymi o ich cechach fizyko-mechanicznych. Uzyskane z rozpoznania informacje mają służyć projektowaniu zabezpieczenia wskazanego odcinka drogi przed rozwojem zjawisk ruchów masowych gruntów oraz odbudowaniu korpusu drogi.

Niniejsza Dokumentacja geologiczno-inżynierska poprzedzona została Projektem prac geologicznych, zatwierdzonym przez Starostę Bielskiego, decyzją z dnia 28.07.2008r., nr ZR.BZ 7530-1/08.

Podstawę prawną do wykonania dokumentacji stanowią:

- Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. - Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2005, Nr 228, poz. 1947, tekst jednolity), z późniejszymi zmianami,
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z 3 października 2005 r. - w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie (Dz.U. z dnia 14 października 2005 r),
- Rozporządzenie MSWiA z dnia 24 września 1998 r. - w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów (Dz.U. Nr 126, poz. 839 z 1998),



1.2 Zakres rzeczowy badań.

Dla rozwiązania zadania geologicznego, „Projekt prac geologicznych” przewidywał wykonanie: 10 otworów małośrednicowych, do głębokości 8-10 m ppt, w tym:

- 6 otworów do głębokości 8,0 m ppt,
- 4 otworów do głębokości 10,0 m ppt,

przy czym założona głębokość wyrobisk była uzależniona od napotkanej budowy podłoża gruntowego. Wprowadzono zasady spłykania lub przegłębiania wyrobisk, w zależności od głębokości określonej powierzchni poślizgu (min. 2 m poniżej) oraz napotkania stropu warstw ilastych miocenu, stanowiących stabilne, nienaruszone podłoże (2-4 m poniżej).

W efekcie stwierdzonej budowy geologicznej, wykonano następujący zakres prac wiertniczych:

- 6 otworów do głębokości 8,0 m ppt, razem 48 mb,
- 3 otwory do głębokości 10,0 m ppt, razem 38 mb.

Łączny metraż wykonanych otworów badawczych wynosił zatem 78 mb. Otwory wykonano w miejscach wskazanych w „Projekcie...”, z niewielką korektą wynikająca z dostępności terenu i możliwości ustawienia sprzętu.

W „Projekcie prac geologicznych” przewidywano warunkową zamianę otworów numer 5 i 8 na sondy dynamiczne SD-50 lub SD-63,5, tylko w wypadku niejednoznacznych danych o położeniu płaszczyzny poślizgu i stref nieciągłości, z wcześniej wykonanych wyrobisk. Wykonano tylko 1 sondę, w miejscu otworu nr 8, do głębokości 9,0 m ppt.

Wyrobiska badawcze umieszczone zostały w siatce tak, by możliwe było wykonanie przekrojów geologicznych zarówno wzdłuż i w poprzek osi drogi, jak i przyjętej osi osuwiska. Punkty badań umieszczono w obrębie niszy osuwiskowej oraz poza jej granicami zgodnie z zasadami określonymi w „Instrukcji obserwacji i badań osuwisk drogowych - Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych - Warszawa 1999 r.” Dodatkowo wykonano 2 otwory wiertnicze, około 50 m na północ od krawędzi stwierdzonego osuwiska drogowego, gdzie nie zaobserwowano obsunięć nawierzchni lecz tylko obrywy brzegów. Lokalizację otworów i sond przedstawiono na załączniku nr 2 do niniejszego opracowania.

Dla celów dokumentowania geologiczno-inżynierskiego pobierano, w trakcie wierceń, próby: o naturalnym uziarnieniu (NU), naturalnej wilgotności (NW) oraz próbę wody gruntowej.



Próby pobierano zgodnie z założeniami zawartymi w „Projekcie prac geologicznych” wyłącznie z gruntów spoistych, z pominięciem utworów półzwardych, zwartych i kamienistych, przy czym do badań laboratoryjnych przeznaczono tylko część z nich. Typowanie prób do badań przeprowadzono po zakończeniu wierceń, z uwzględnieniem konieczności uzyskania danych o wszystkich stwierdzonych warstwach geotechnicznych.

W oparciu o badania terenowe i laboratoryjne wykonano niniejsze opracowanie. Dokumentacja wykonana została, w całości, zgodnie z zatwierdzonym Projektem prac geologicznych. Poprzez zrealizowanie założonego zakresu prac i badań osiągnięto cel prac określony w Decyzji Starosty Bielskiego. Wykonany zakres prac terenowych i laboratoryjnych jest wystarczający dla ustalenia warunków geologiczno-inżynierskich istniejących w podłożu, z uwzględnieniem występowania i przyczyn powstania ruchów masowych oraz uszkodzeń nawierzchni nasypu drogowego, przy przyjętej trzeciej kategorii geotechnicznej.

2. Charakterystyka terenu badań.

2.1. Lokalizacja.

Rejon wykonanych prac położony jest w północno-wschodniej części powiatu bielskiego, w województwie śląskim. W szczególności badania dotyczą około 120 m odcinka drogi powiatowej, poczynając od km 1+250, wraz z jego najbliższym otoczeniem. Przedmiotowy odcinek drogi to fragment ul. Gen. Hallera, w północnej części miejscowości Bestwina, przebiegający wzdłuż stawu rybnego, naprzeciw posesji nr 28. Zagrożenie ruchami masowymi gruntów występuje w części północnej i południowej wskazanego odcinka drogi. W części północnej brak jest wyraźnego obniżenia nawierzchni, a ruchy masowe polegają prawdopodobnie na obrywaniu się zachodniej części jezdni, w kierunku przylegającego do niej stawu. W części południowej, na powierzchni jezdni wyraźnie zarysowuje się łuk spękań, z obniżeniem skierowanym ku zachodowi.

2.2. Morfologia i hydrografia.

Omawiany obszar pod względem morfologicznym położony jest w obrębie zachodniej części Pogórza Wilamowickiego, rozczłonkowanego doliną potoku Łękawka i jego bocznych dopływów, na szereg podrzędnych garbów i wyniesień. Przedmiotowy odcinek drogi powiatowej przebiega u podnóża takiego wzniesienia, o ekspozycji stoku w kierunku zachodnim. Ul. Gen. Hallera, na tym odcinku, przebiega po płaskiej skarpie nadbrzeżnej,

wzdłuż stawu rybnego. Poza badanym odcinkiem, ul. Gen. Hallera wznosi się ostro w kierunku północnym, natomiast na południu skręca na groblę pomiędzy stawami. Wschodni brzeg stawu podcina krawędź drogi w części północnej, a na pozostałym odcinku oddala się od jezdni na odległość około 10-15m. Po zachodniej stronie południowego odcinka drogi, gdzie wykonano sieć wyrobisk badawczych, powierzchnia terenu jest wyraźnie zdeformowana w wyniku obsunięć gruntu, a nawierzchnia drogi została oberwana na odcinku około 40 m. Deniwelacje w granicach rozpoznania nie przekraczają 4 m, od około 254 m npm, w linii wody stawu rybnego, do około 257,7 m npm, w najwyższej części jezdni.

Teren odwadniany jest przez rów przydrożny, częściowo osłonięty, ciągnący się wzdłuż wschodniego pobocza jezdni, a sąsiednie stawy posiadają odpływ do potoku Łąkawka, będącego prawym dopływem rzeki Wisły.

Opisywane zjawiska oraz ogólny widok drogi przedstawiają zdjęcia zamieszczone poniżej, a także na stronie tytułowej opracowania.



Fot. nr 2. Północny odcinek. Na zdjęciu widoczny obryw, powstały w efekcie podmywania skarpy, po której biegnie droga powiatowa, przez wody stawu rybnego. Powyżej skarpy wykonano otwory badawcze nr 1 i 2.



Fot. nr 3. Południowy odcinek – rejon lokalizacji siatki wyrobisk badawczych. Zdjęcie wykonano od strony północnej. Widoczna zawężona, w wyniku oberwania nawierzchni, jezdnia drogi powiatowej oraz zaburzenia powierzchni po stronie prawej, w miejscu osuwania się gruntów.



Fot. nr 4. Rejon osuwiska widoczny od strony południowej.

2.3. Aktualny sposób użytkowania terenu.

Droga powiatowa posiada nawierzchnię asfaltową, ze stosunkowo wąskim poboczem nieutwardzonym i jest cały czas w użytkowaniu. Wzdłuż jej wschodniej krawędzi przebiega częściowo zasłonięty rów odwodnieniowy, z przepustem, odprowadzającym wody opadowe do sąsiedniego stawu. Bezpośrednio, w rejonach wykonanych robót, nie występuje uzbrojenie podziemne i napowietrzne.

Pas drogowy stanowi własność Skarbu Państwa, a tereny przyległe od strony zachodniej, objęte rozpoznaniem, to własność prywatna – nr katastralny działki to pgr 990 i 989. W trakcie przeprowadzonej wizji terenu uzyskano wstępną zgodę właściciela gruntu na realizację prac geologicznych na gruntach oddzielających jezdnię ul. Hallera od brzegów stawu rybnego. Teren ten jest nieużytkiem, zasypywanym odpadami gruzowo-ziemnymi.

Przedmiotowy teren nie podlega kontroli i nadzorowi Okręgowego Urzędu Górniczego z tytułu prowadzonej eksploatacji złóż, bądź stref ich ochrony.



2.4. Charakter techniczny projektowanej inwestycji.

Badania objęte niniejszym opracowaniem mają służyć projektowaniu robót zabezpieczających konstrukcję korpusu drogi powiatowej nr 4469S w miejscowości Bestwina, w km 1+250 wraz z likwidacją osuwiska drogowego. Przedmiotowy odcinek drogi powiatowej to fragment ul. Gen. Hallera. Ze względu na realizację inwestycji na obszarach zagrożonych ruchami masowymi gruntów, należy przyjąć kategorię geotechniczną projektowanych robót zabezpieczających jako trzecią.

3. Przebieg badań.

3.1. Prace polowe.

Wiercenia i pozostałe roboty w terenie zrealizowano w miesiącu sierpniu 2008 r.

Prace rozpoczęto od wykonania wyrobisk nr 6 i 10. Następnie przeprowadzono sondowanie gruntu w miejscu projektowanego otworu nr 8. Po analizie otrzymanych wyników podjęto decyzję o kontynuacji prac wyłącznie metodą wiertniczą, dającą jednoznaczne informacje o położeniu płaszczyzny poślizgu i deformacjach w gruncie. Wiercenia realizowano metodą krótkich marszów, obserwując postęp narzędzi, opór na manometrach urządzenia wiertniczego, oraz rodzaj i charakter wydobywanych gruntów, a także wygląd rdzenia wiertniczego, pod kątem występowania ewentualnych powierzchni osłabień i zlustrowań.

W trakcie prac wiertniczych dokonywano obserwacji gruntów i wód gruntowych, wykonywano badania polowe gruntów oraz pobierano próby.

Wyrobiska zlikwidowano urobkiem z ubiciem, zachowując kolejność rozpoznawanych warstw.

Miejsca wyrobisk w terenie wytyczono metodą domiarów prostokątnych, w oparciu o istniejącą sytuację. Wysokość wylotów otworów zaniwelowano w układzie państwowym, w dowiązaniu do pokrywy studzienki kanalizacyjnej, położonej w obrębie wschodniego pobocza drogi, około 15 m od początku badanego odcinka. Wysokość punktu domiaru: **H = 257,08 m npm** odczytano z mapy sytuacyjno-wysokościowej w skali 1 : 1000, dostarczonej przez Zleceniodawcę.

Jego położenie zaznaczono na kopii tej mapy kolorem brązowym (zał. nr 2 do dokumentacji).



Mapa ta powstała w wyniku aktualizacji mapy zasadniczej, pozyskanej z Powiatowego Ośrodka Geodezyjno Kartograficznego w Bielsku-Białej. Na oryginale, znajdującym się w egzemplarzu archiwalnym dokumentacji, mapa ta posiada adnotację o przydatności do celów projektowych i zapis o aktualizacji w lipcu 2008 r.

3.2. Prace laboratoryjne.

W podłożu dokumentowanego terenu stwierdzono występowanie gruntów nasypowych: okruchowych i spoistych oraz spoistych i sypkich rodzimych i, w głębszych partiach podłoża, gruntów ilastych półzwarłych i zwartych. Zgodnie z założeniami zawartymi w „Projekcie prac geologicznych”, do badań laboratoryjnych pobierano wyłącznie próby o wilgotności naturalnej, z gruntów spoistych i sypkich rodzimych, z pominięciem utworów półzwarłych i zwartych. Spośród pobranych prób do dalszych badań wytypowano 29 prób NW, dla których, w zależności od potrzeb interpretacyjnych, oznaczono podstawowe cechy fizyczne: wilgotność naturalną, gęstość objętościową, granice konsystencji, uziarnienie, zawartość części organicznych.

Dodatkowo pobrano jedną próbę wody gruntowej dla określenia jej cech agresywności.

Zgodnie z Projektem badań geologicznych oraz Rozporządzeniem MOŚZNiL (Dz.U. nr 91 z 1994 r. poz. 425) wszystkie próby, po ich wykorzystaniu do badań oraz zarejestrowaniu dokumentacji geologiczno-inżynierskiej zostaną zlikwidowane.

3.3. Prace kameralne.

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

- profile otworów, i sond dynamicznych
- przekroje geologiczno-inżynierskie,
- tabele i zestawienia,
- część tekstową zawierającą: dokumentację fotograficzną powierzchni terenu, analizę materiałów archiwalnych, analizę danych z nowych wyrobisk, budowę geologiczną i własności gruntów, analizę przyczyn powstania ruchów masowych, wnioski i zalecenia.

Przy opracowywaniu tematu korzystano z następujących materiałów archiwalnych:

- wizji lokalnej terenu,
- wstępnego kartowania geomorfologicznego i hydrograficznego,



- mapy sytuacyjno wysokościowej w skali 1 : 1000, dostarczonej przez Zleceniodawcę,
- Mapy Geologicznej Karpat Śląskich, w skali 1: 50 000, wyd. przez Polską Akademię Umiejętności w 1937 r. w Krakowie,
- Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski (bez utw. czwartorzędowych), Region Karpat i Przedgórze, Arkusz Kęty, w skali 1: 50 000, wyd. przez Wydawnictwo Geologiczne w 1966 r.,
- Mapy Geologicznej Polski w skali 1:200 000, arkusz Bielsko-Biała, zawierający mapę podstawową w skali 1:50 000, arkusz Kęty (bez utworów czwartorzędowych), wyd. przez Wydawnictwo Geologiczne w 1979 r.,
- Mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000, arkusz Bielsko-Biała, zawierający mapę podstawową w skali 1:50 000, arkusz Kęty (mapa utworów powierzchniowych), wyd. przez Wydawnictwo Geologiczne w 1979 r.,
- Objasnień do Mapy Geologicznej Polski w skali 1: 200 000, arkusz Bielsko-Biała, wyd. przez Wydawnictwo Geologiczne w 1981 r.
- Katalogu Osuwisk opracowanego przez Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Karpacki w Krakowie, Kraków 1975 r.

W/w dokumenty wykorzystywane były głównie na etapie projektowania prac. Pozwoliły one w przybliżeniu określić budowę geologiczną podłoża i właściwie zaplanować dalsze badania.

Mapy geologiczne posłużyły do określenia ogólnej budowy geologicznej na przedmiotowym obszarze, potwierdzenia stratygrafii i litologii spodziewanych gruntów oraz umożliwiły opracowanie przypuszczalnego profilu geologicznego.

4. Budowa geologiczna.

Tektonicznie teren badań zlokalizowany jest na obszarze tzw. Zapadliska Przedkarpackiego, gdzie podłoże starsze budują utwory neogenu-miocenu, warstw skawińskich. Wykształcone są one w postaci ilów i piasków, gdzie seria ilasta dominuje w profilu pionowym gruntów, a piaski występują w postaci cienkich soczewek lub lamin.

W trakcie prowadzonych prac, strop podłoża mioceńskiego stwierdzono na głębokości 3,6-6,2 m ppt, co odpowiada zaleganiu poniżej rzędnych 250,47-254,10 m npm.



W rejonie osuwiska drogowego, w sąsiedztwie południowego odcinka drogi, linia stropu miocenu gwałtownie zapada w kierunku zachodnim, tworząc płaszczyznę poślizgu dla wyżej leżących utworów młodszych (przekrój V-V' i VI-VI'). Grunty podłoża miocенskiego to głównie iły pylaste, w części stropowej częściowo przeobrażone, przyjmujące postać gruntów zwięzło-spoistych. Poczynając od stropu utwory te, wraz z głębokością, płynnie zmieniają swój stan, przechodząc od twardoplastycznego do zwartego.

Powyżej utworów miocenu, występują grunty akumulacji rzecznej i rzeczno-zastoiskowej, gromadzące się w obrębie wschodniej części doliny cieku wodnego, którego wielokrotne przegrodzenie poprzecznymi groblami, dało ciąg stawów. W obrębie tej serii, utworów plejstocenu i holocenu (nierozdzielone), wyróżnić można: piaski drobne i pylaste, o różnym stopniu zaglinienia, grunty spoiste i mało spoiste oraz grunty spoiste próchniczne, sporadycznie namuły organiczne. Grunty te wzajemnie się, wielokrotnie, przewarstwiają, co świadczy o akumulacji zarówno w wodach płynących, jak i stojących w obrębie starorzeczy i stawów. Dodatkowo, w podłożu południowego odcinka drogi, wymieszanie gruntów najmłodszych spowodowane jest ich obsuwaniem się w kierunku zachodnim, po powierzchni stropu miocenu. Łączna miąższość utworów serii plejstoceno-holoceno (dawny czwartorzęd) waha się w granicach 1,9-4,4 m.

Grunty rodzime, pokryte są utworami antropogenicznymi, przy czym w bezpośrednim podłożu nawierzchni drogowych oraz ich sąsiedztwie są to nasypy okruchowe, zaś poniżej pasa drogowego przeważają nasypy spoiste, o niewielkiej konsolidacji. Łączna miąższość nasypów, w wykonanych wyrobiskach, wahała się w granicach 0,5-2,1 m. Utwory antropogeniczne, poza korpusem drogowym, charakteryzują się zróżnicowanym zagęszczeniem i konsolidacją, co świadczy o ich rozluźnieniu w wyniku przemieszczeń i osiadań.

Prawdopodobną przyczyną powstania osuwiska drogowego, w południowej części badanego odcinka, jest przemieszczanie się gruntów najmłodszych po stropie podłoża miocenu, spotęgowane osiadaniami powierzchni terenu w wyniku lokalizacji drogi na gruntach słabych - plastycznych i organicznych oraz wymywaniem spod nawierzchni piasków nawodnionych, mających charakter „kurzawki”. W północnej części badanego odcinka drogi, nie zaobserwowano osunąć gruntów, lecz wyłącznie podmywanie skarpy drogowej przez falowanie wody w stawie o dużej powierzchni.



5. Warunki wodne.

W okresie prowadzenia wierceń, tj. w sierpniu 2008 r., wodę gruntową, o zwierciadle swobodnym i, sporadycznie, napiętym, stwierdzono we wszystkich wyrobiskach położonych w granicach zarysu osuwiska. Nie nawiercono jej jedynie w otworach wykonanych w części północnej, tj. w wyrobiskach nr 1 i 2 oraz w otworze nr 3, wykonanym tuż poza granicą załamania nawierzchni na drodze, ograniczających teren niestabilny. Głębokość nawiercenia warstwy wodonośnej wahała się w granicach 1,2-2,2 m ppt. Poziom piezometryczny stabilizował się na głębokości 1,2-2,2 m ppt, co odpowiada rzędnym wysokościowym 254,20-255,47 m npm. Warstwę wodonośną, stanowiły piaski holoceneskie, oraz, w jednym wyrobisku, nasypy okrucowe.

Poniżej zestawiono głębokości występowania wody gruntowej w badanym podłożu:

Nr otw.	Rzędna otworu w m npm	Głębokość poziomu wodonośnego				Rodzaj zwierciadła	Rodzaj gruntu
		nawierconego		ustabilizowanego			
		w m ppt	w m npm	w m ppt	w m npm		
4	255,47	2,0	253,47	1,2	254,27	napięte	Pd//Pg//Gp
5	256,58	1,2	255,38	-	255,38	swobodne	nN, Pπ//Pd//Gπz//Pg
6	257,61	2,2	255,41	-	255,41	swobodne	Pd//Pg//Gp
7	255,70	1,5	254,20	-	254,20	swobodne	Pd//Pg//Gp
9	257,17	1,7	255,47	-	255,47	swobodne	Pd//Pg//Gπz
10	256,63	2,2	254,43	-	254,43	swobodne	Pπ//Π//Pg

Jak wynika z przekrojów poprzecznych (V-V', VI'-VI'), staw po zachodniej stronie drogi powiatowej, przy rzędnej lustra wody około 254,0 m npm, ma charakter drenujący, a więc wody gruntowe spływają do stawu, powodując wymywanie z podłoża drogi warstw piaszczystych.

Dla piasków warstwy wodonośnej, zgodnie z danymi literaturowymi, współczynnik filtracji można przyjmować w wysokości rzędu: $k = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ (Z. Wiłun - Geotechnika).

Z otworu nr 10, pobrano próbę wody dla określenia jej agresywności, zgodnie z normą EN 206-1-2003. Wg tych oznaczeń, środowisko wodne w podłożu przedmiotowej inwestycji, wykazuje mały – XA1 – stopień agresywności węglanowej względem konstrukcji betonowych. Szczegółowe wyniki tej analizy przedstawia zał. nr 11 do opracowania.



6. Warunki geologiczno - inżynierskie.

Celem określenia warunków geologiczno - inżynierskich dokonano podziału podłoża na warstwy geotechniczne, w oparciu o wydzielenia stratygraficzne, genetyczne, litologiczne oraz fizyko - mechaniczne własności gruntów.

W podłożu dokumentowanego terenu wydzielono trzy grupy utworów:

- grunty nasypowe, współczesne,
- utwory piaszczyste, spoiste i próchniczne, akumulacji rzecznej i rzeczno-zastoiskowej neogenu (plejstocen-holocen)
- osady ilaste, morskie miocenu.

Grunty podłoża podzielono na warstwy geotechniczne na podstawie wyników badań terenowych, makroskopowych i laboratoryjnych.

Cechy fizyczne gruntów spoistych, częściowo, określono bezpośrednio z badań laboratoryjnych. Cechy pozostałe oraz parametry mechaniczne wyinterpolowano z korelacyjnych zależności normowych (norma PN-81/B-03020), w oparciu o parametr wiodący - stopień plastyczności - I_L , obliczony na podstawie badań laboratoryjnych wilgotności i granic konsystencji. Do interpretacji wykorzystywano krzywe korelacyjne:

- C - grunty spoiste nieskonsolidowane, dla gruntów rzecznych i rzeczno-zastoiskowych,
- D - ility niezależnie od genezy, dla utworów ilastych podłoża starszego.

Stan zagęszczenia utworów niespoistych określono z danych literaturowych (Z. Wiłun – Geotechnika). W korelacji do tak wyznaczonego stopnia zagęszczenia I_D określono cechy fizyko-mechaniczne, zgodnie z zależnościami podanymi w normie PN-81/B-03020.

Dane o parametrach warstw gruntów, w podłożu przedmiotowego terenu, przedstawiono na załączniku nr 9 do opracowania, a opis warstw zamieszcza się poniżej.

WARSTWA I - to utwory nasypowe, antropogeniczne, współczesne. Do warstwy tej zaliczono również nawierzchnie bitumiczne oraz nasypy nie spełniające wymagań budowlanych, stwierdzone w stropie profilu gruntów, w otworach wykonanych u podstawy skarpy, poza nasypem drogowym.

W podłożu jezdni drogi powiatowej oraz w jej sąsiedztwie, objętym rozpoznaniem, wśród kompleksu gruntów antropogenicznych, wydzielono następujące utwory:



- Warstwa Ia - to nawierzchnie drogowe, bitumiczne stwierdzone otworami wykonanymi w granicach jezdni, a więc o nr 1 i 2. Grubość wynosiła 0,20-0,26 m. Ilość rozwarstwień w rdzeniu wiertniczym może świadczyć o wielokrotności napraw nawierzchni. Należy założyć, że miąższość nawierzchni na południowym odcinku drogi będzie zbliżona,
- Warstwa Ib – nasypy okruczowe. Zaliczono tutaj podbudowy drogowe z łupka i żwiru, stwierdzone w otworach 1 i 2, pod nawierzchnią bitumiczną oraz inne nasypy okruczowe, nawiercone otworami wykonanymi głównie w poboczu drogi – nr 3, 5, 6, 9 i 10. W składzie tych nasypów okruczowych wyróżniono: żużle, gruz, głównie ceglany, kamienie różnych frakcji, domieszki żwiru, piasków, różnego rodzaju zanieczyszczeń i glin, przy czym ilość materiału okruczowego zdecydowanie przeważa nad spoistym. Stopień zagęszczenia określono jako średnio zagęszczony i zagęszczony. Miąższość w otworach 0,4-2,1 m.
- Warstwa Ic - to nasypy, w których składzie ponad 50% stanowią grunty spoiste. Pozostałe domieszki to materiał okruczowy jak w warstwie Ib. Składniki spoiste, w tych nasypach są na ogół w stanie twardoplastycznym, rzadziej plastycznym, lecz charakteryzują się znaczną zmiennością konsolidacji, wynikającą z przemieszczeń w obrębie osuwiska. Utwory te stanowią część spągową gruntów antropogenicznych. Stwierdzono je w wyrobiskach nr 1, 2, 3, 4, 7 i 10, a miąższość wahała się w granicach 0,4-1,2 m.

WARSTWA IIa - to grunty niespoiste i mało spoiste, wykształcone w postaci piasków drobnych i pylistych, przewarstwionych pyłami, piaskami gliniastymi i glinami. Wystąpiły, ciągłą warstwą, we wszystkich wyrobiskach, wykonanych na południe od otworu nr 3, a więc na obszarze całego osuwiska drogowego, w obrębie serii gruntów najmłodszych. Miąższość warstwy wahała się w granicach 0,6-2,3 m. Cienką soczewkę tych gruntów, o miąższości 0,4-0,7 m, stwierdzono również na stropie gruntów ilastych miocenu, w otworach nr 4, 5 i 9. Grunty te stanowią warstwę wodonośną. Są luźne. Próba wyznaczenia ich stopnia zagęszczenia bezpośrednio z badań polowych, przy pomocy sondy udarowej, nie powiodła się, gdyż otrzymano wyniki poza obszarem inierpretowalności sondy – odcinkami zagłębienie stożka wynosiło 20-30 cm na jeden uder.



Tak luźne i drobnoziarniste piaski nawodnione mają cechy tzw. „kurzawki”. Zachowują się jak gęsta ciecz, wypływająca z gruntu wraz z wodą lub dążąca, w otwartym wyrobisku, do wyrównania stropu do poziomu ustabilizowanej warstwy wodonośnej. W zamkniętej przestrzeni gruntowej stopień zagęszczenia tych piasków można przyjmować w wysokości $I_D^{(n)} = 0,2$ (wg danych o zagęszczeniu gruntów w zależności od genezy - Z. Wiłun – Geotechnika). Pozostałe cechy fizyko-mechaniczne w korelacji do przyjętego stopnia zagęszczenia mają następujące wartości:

Tak wyznaczone parametry charakterystyczne mają wartości:

$W_n^{(n)} =$ grunty nawodnione i wilgotne,

$\rho^{(n)} = 1,85 \text{ t/m}^3$ (przyjęte jak dla gruntów mokrych)

$\varphi_u^{(n)} = 28^\circ 00'$, $E_o = 25,0 \text{ MPa}$, $M_o = 35,0 \text{ MPa}$, $M = 47,0 \text{ MPa}$

WARSTWA IIb - to grunty rodzime, spoiste próchniczne i organiczne, wykształcone w postaci glin pylastych, zawierających domieszki do 3,2% próchnicy, w stanie plastycznym i zbliżonym do plastycznego. Do warstwy zaliczono również cienką pojedynczą soczewkę namułu organicznego, nawierconego otworem nr 10, na głębokości 3,4-3,9 m ppt. Grunty stwierdzono w otworach wykonanych w północnej części badanego odcinka – nr 1 i 2, a więc poza zasięgiem osuwiska drogowego oraz w otworze nr 10, najbardziej wysuniętym na południe, gdzie droga powiatowa wkracza już w granice grobli, rozdzielającej dwa stawy. W obrębie opisywanego osuwiska grunty te mają małe rozprzestrzenienie. Ich 20 cm soczewkę nawiercono wyłącznie otworem nr 7, na głębokości 1,9 m ppt. Grunty są słabo nośne i od nawierzchni drogowych winny być oddzielono miększą warstwą nasypów konstrukcyjnych. Średni stopień plastyczności, wyznaczony w oparciu o badania laboratoryjne i polowe ma wartość $I_L^{(n)} = 0,28$. Parametry mechaniczne tych gruntów, przy stosunkowo niewielkiej zawartości części organicznych, można wyznaczyć (jak wynika z doświadczeń firmy) z korelacji normowej, stosując krzywą C i obniżając otrzymane wartości o około 20%,

Zatem parametry charakterystyczne tego gruntu mają wartości:

$W_n^{(n)} = 37,8\%$; $\rho^{(n)} = 1,81 \text{ t/m}^3$; $\varphi_u^{(n)} = 10^\circ 50'$; $c_u^{(n)} = 10,4 \text{ kPa}$

$E_o = 14,0 \text{ MPa}$, $M_o = 20,0 \text{ MPa}$, $M = 32,0 \text{ MPa}$

WARSTWA IIc - to grunty spoiste plastyczne, wykształcone w postaci glin pylastych, rzadziej glin pylastych zwięzłych, z przewarstwieniami piasku, piasku gliniastego i pyłu.



Występują w podłożu w obrębie serii najmłodszej, zarówno w jej stropie, jak i spągu. Miąższość, w otworach była bardzo zróżnicowana i wahała się w granicach 0,8-2,4m. Nie stwierdzono ich wyłącznie w otworach nr 5 i 6, przy czym w wyrobisku nr 5 zostały prawdopodobnie zastąpione przez nasyp, stanowiący podłoże drogi gruntowej, prowadzącej do brzegu stawu. Średni stopień plastyczności, wyznaczony w oparciu o badania laboratoryjne i polowe ma wartość $I_L^{(n)}=0,36$. Pozostałe cechy wyznaczono z zależności normowych, stosując krzywą korelacyjną C, dla gruntów spoistych nieskonsolidowanych.

Parametry charakterystyczne tego gruntu mają wartości:

$$W_n^{(n)} = 27,7\%; \rho^{(n)} = 1,96 \text{ t/m}^3; \varphi_u^{(n)} = 12^\circ 30'; c_u^{(n)} = 12,0 \text{ kPa}$$

$$E_o = 14,0 \text{ MPa}, \quad M_o = 21,0 \text{ MPa}, \quad M = 32,0 \text{ MPa}$$

WARSTWA II_d - to grunty spoiste twardoplastyczne, stwierdzone w obrębie serii plejstocen-holocen, we wszystkich otworach w południowej części terenu, a więc w wyrobiskach 3 do 9. Soczewki tych gruntów wystąpiły na zróżnicowanych głębokościach, przy czym ich miąższość wahała się w granicach 0,6-1,7 m. Wykształcone są w postaci glin pylastych, rzadziej glin pylastych zwięzłych, sporadycznie przewarstwionych piaskami drobnymi. Średni stopień plastyczności, wyznaczony w oparciu o badania laboratoryjne i polowe ma wartość $I_L^{(n)}=0,13$. Pozostałe cechy wyznaczono z zależności normowych, stosując krzywą korelacyjną C, dla gruntów spoistych nieskonsolidowanych.

Parametry charakterystyczne tego gruntu mają wartości:

$$W_n^{(n)} = 26,4\%; \rho^{(n)} = 1,98 \text{ t/m}^3; \varphi_u^{(n)} = 16^\circ 00'; c_u^{(n)} = 19,5 \text{ kPa}$$

$$E_o = 24,0 \text{ MPa}, \quad M_o = 35,0 \text{ MPa}, \quad M = 53,0 \text{ MPa}$$

WARSTWA III_a – to grunty stropu podłoża miocénskiego. Wykształcone są w postaci ilów pylastych i glin pylastych zwięzłych, powstałych, zgodnie z profilem zwietrzelistkowym, z przeobrażenia ilów podłoża głębszego. Grunty są twardoplastyczne i, wraz z głębokością, przechodzą płynnie w stan półzwarty. Średni stopień plastyczności, wyznaczony w oparciu o badania laboratoryjne pobranych prób NW, ma wartość $I_L^{(n)}=0,13$. Strop warstwy III_a nawiercono na głębokości 3,6-6,2 m ppt, co odpowiada zaleganiu poniżej rzędnych 250,47-254,10 m npm. Miąższość warstwy określono na 0,5-2,3 m, jest to jednak miąższość orientacyjna, z uwagi na brak ostrej granicy pomiędzy gruntami twardoplastycznymi i półzwartymi, zaliczonymi do kolejnej warstwy geotechnicznej



Cechy charakterystyczne tych gruntów, wyznaczone z normowych zależności korelacyjnych (PN-81-B-03020), w oparciu o krzywą D, dla łąw niezależnie do genezy mają wartości:

$$W_n^{(n)} = 32,2 \%, \quad \rho^{(n)} = 1,95 \text{ t/m}^3, \quad c_u^{(n)} = 52,0 \text{ kPa}, \quad \phi_u^{(n)} = 11^\circ 20'$$

$$E_o = 17,0 \text{ MPa}, \quad M_o = 29,0 \text{ MPa}, \quad M = 36,0 \text{ MPa}$$

WARSTWA IIIb - to łąy pylaste i łąy miocenu morskiego. Utwory są w stropie półzwarte i płynnie przechodzą w stan zwarty. Badania sondą dynamiczną wykazały równomierny przyrost ilości uderów, na 10 cm wpędu sondy, wraz z wzrostem konsolidacji gruntu, bez wystąpienia stref gwałtownych osłabień, sugerujących istnienie płaszczyzn poślizgu lub złustowań. Strop warstwy wyznaczono na głębokości 4,8-6,7 m ppt, a przewiercono ją wszystkimi wyrobiskami na odcinku 1,5-4,3 m.

Cechy charakterystyczne tych gruntów, wyznaczone z normowych zależności korelacyjnych (PN-81-B-03020), przy założeniu iż grunty są półzwarte oraz w oparciu o krzywą D, dla łąw niezależnie do genezy mają wartości:

$$W_n^{(n)} = 25,0\%, \quad \rho^{(n)} = 2,05 \text{ t/m}^3, \quad c_u^{(n)} = 60,0 \text{ kPa}, \quad \phi_u^{(n)} = 13^\circ 00'$$

$$E_o = 22,5 \text{ MPa}, \quad M_o = 40,0 \text{ MPa}, \quad M = 50,0 \text{ MPa}$$

Uwaga: Należy zaznaczyć, że łąy warstw skawińskich cechują się niewielkim pęcznieniem po nasączeniu wodą. Z badań wskaźnika pęcznienia, wykonanych dla kilku opracowań mostowych przez firmę Geosond wynika, że grunty te mogą mieć charakter średnio-pęczniący, przy wartości wskaźnika $V_p \sim 16\%$.

7. Prognoza wpływu projektowanej inwestycji na środowisko.

Projektowane zabezpieczenie nasypów drogi powiatowej na badanym odcinku można rozpatrywać w dwóch aspektach:

1. Aspekt pierwszy dotyczy zagrożenia środowiska ze strony infrastruktury drogowej i związanym z nią wzrostem zanieczyszczeń środowiska. W opisywanym przypadku problem ten nie występuje, gdyż układ drogowy już istnieje.
2. Aspekt drugi dotyczy zagrożenia stabilności nasypów, po których poprowadzono drogę. Ewentualne pogłębienie występujących szkód może spowodować katastrofę budowlaną, mającą bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo osób poruszających się po drodze. W tym sensie inwestycja w postaci robót zabezpieczających może mieć wyłącznie skutki pozytywne.



8. Podsumowanie.

Reasumując:

- Podłoże rodzime badanego terenu posiada budowę geologiczną skomplikowaną, wg Rozporządzenia MSWiA z dnia 24 września 1998 r; w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz.U. Nr 126, poz. 839), w związku z przebiegiem drogi na terenie, gdzie mają miejsce ruchy masowe gruntów. Uwaga powyższa dotyczy wyłącznie południowego badanego odcinka drogi powiatowej, gdzie zlokalizowano sieć punktów badawczych o numerach 3 do 10,
- W podłożu północnego odcinka drogi powiatowej – rejon wykonania otworów nr 1 i 2 (przekrój I-I') - nie stwierdzono występowania zjawisk osuwiskowych, a obrywy nasypu drogowego w strefie pobocza, dochodzące do krawędzi jezdni, są efektem podmywania brzegów przez wody rozległego stawu, przylegającego do drogi od strony zachodniej. Zgodnie z informacjami, uzyskanymi w efekcie wywiadu środowiskowego, w niezbyt odległej przeszłości, brzeg tego stawu był oddalony od drogi na odległość zbliżoną jak na pozostałym odcinku (około 10-15), lecz w wyniku falowania woda zabierała kolejne partie gruntu, powodując przesunięcie linii brzegowej aż do krawędzi drogi. Nawierzchnia bitumiczna ul. Gen Hallera posiada, na tym odcinku, miąższość przekraczającą 20 cm oraz brak spękań powierzchniowych i deformacji, sugerujących przemieszczanie się gruntów podłoża. Została ułożona na ponad półtorametrowej warstwie nasypów; okruchowych w stropie, z warstwą podbudów z łupka i żwiru oraz spoistych w spągu. Za wyjątkiem ochrony brzegów i odbudowy pobocza, droga w tym miejscu nie wymaga większych prac rekonstrukcyjnych.
- Południowy odcinek drogi oraz jego zachodnie sąsiedztwo, sięgające brzegów stawu, to wyraźne osuwisko wgłębne. Nawierzchnia drogi zastała oberwana i zawężona odcinkami do około nawet 3 m. Na powierzchni jezdni rysują się spękania wzdłużne, uwidaczniające postęp procesów degradacyjnych w podłożu, a obszar poza drogą jest pofalowany, z szeregiem krótkich skarp i wypiętrzeń. Ruch gruntów podłoża odbywa się tutaj w kierunku zachodnim, do stawu, po kilku płaszczyznach, z których główną jest ostro zapadający strop utworów ilastych miocenu (przekroje V-V' i VI-VI'). W obrębie utworów zwięzło-spoistych i ilastych, zalegających poniżej, nie stwierdzono występowania stref osłabień i płaszczyzn nieciągłości, a sonda dynamiczna wykazała wyłącznie równomierny wzrost ilości uderzeń, wynikający ze stopniowej zmiany stanu



gruntu, od twardoplastycznego do półzwarłego. Seria gruntów młodszych, zalegających powyżej tej powierzchni poślizgu, jest wymieszana, a wydzielenie granic warstw geotechnicznych, w związku z powyższym, trudne do jednoznacznego ustalenia. W jej składzie występują grunty spoiste i mało spoiste, w stanie plastycznym i twardoplastycznym oraz ciągła warstwa drobnoziarnistych, nawodnionych piasków, mających charakter „kurzawki”. Ze względu na drenujący charakter niecki stawu, piaski te wypływają do niego wraz z wodami gruntowymi, powodując osiadanie i deformacje warstw gruntów, zalegających powyżej ich stropu, tworząc kolejne strefy nieciągłości. Wypływ piasków i ruch gruntów w podłożu nasypów drogowych skutkuje ich rozluźnieniem, czego efektem są osiadania nawierzchni, a w dalszej kolejności spękania i obrywy. Zmiany konsolidacyjne, z kolei, zwiększają nasączenie gruntów wodami opadowymi i gruntowymi, zwiększając zagrożenie zsuwem po stropie iłów mioceńskich.

9. Spis literatury i materiałów archiwalnych.

1. Z. Wiłun - Geotechnika, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1982 r,
2. W.C. Kowalski - Geologia Inżynierska, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1988r,
3. Z. Pazdro - Hydrogeologia Ogólna, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1977 r,
4. S. Pisarczyk - Gruntoznawstwo inżynierskie, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001 r,
5. S. Pisarczyk - Mechanika gruntów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999 r,
6. Komentarz do normy PN-81/B-03020, wyd. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 1984 r,
7. Objasnienia do Mapy Geologicznej Polski, w skali 1 : 200 000, Arkusz Bielsko-Biała, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1998 r,
8. Katalog Osuwisk opracowany przez Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Karpacki w Krakowie, Kraków 1975 r.
9. Katalog typowych konstrukcji nawierzchni, podatnych i półsztywnych - zał. do Zarządzenia nr 6 Gen. Dyr. Dróg Publicznych z dnia 24.04.97 r,
10. Instrukcja Badań Podłoża Gruntowego Budowli Drogowych i Mostowych - Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 1998 r.,



11. Instrukcja Obserwacji i Badań Osuwisk Drogowych - Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 1999 r.,
12. PN-81/B-03020 - Grunty budowlane - Posadowienie bezpośrednie budowli,
13. PN-B-02481 z stycznia 1998r. – Geotechnika – Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar,
14. PN-B-04452 z maja 2002 – Geotechnika – Badania polowe,
15. PN-88/B-04481- Grunty budowlane, Badania próbek gruntu,
16. PN-86/B-02480 - Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów,
17. Eurokode 7, część 3 - Projektowanie geotechniczne z zastosowaniem badań polowych.

10. Wnioski i zalecenia

1. Nasyp drogowy na odcinku północnym (rejon wykonania otworów nr 1 i 2) należy zabezpieczyć przed dalszym podmywaniem przez wody stawu. Prawdopodobnie wystarczającym będzie zabicie ścianek szczelnych, zagłębionych w gruntach podłoża mioceńskiego, w takiej odległości od krawędzi jezdni, by umożliwić odbudowę pobocza. Ścianki szczelne winny sięgać poza linię wyznaczającą północną krawędź stawu, a po stronie przeciwnej co najmniej do przepustu, odprowadzającego wodę z rowu biegnącego po wschodniej stronie drogi powiatowej.
2. Zdecydowanie bardziej skomplikowane będzie zabezpieczenie osuwiska w południowej części badanego odcinka drogi. Wszelkie prace, prowadzone w tym miejscu w otwartych wykopach, mogą być nierealne ze względu na rzędną lustra wody w stawie oraz napływ wód gruntowych. Zabicie ścianek szczelnych, osadzonych w podłożu ilastym i realizowanych z powierzchni, wprawdzie zatrzyma ruch mas gruntów w kierunku stawu, jednak spowoduje zamknięcie przepływu wody w dół stoku. Konieczne będzie opracowanie konstrukcji oporowej, realizowanej z powierzchni, lub w wykopie po częściowym osuszeniu stawu, osadzonej w podłożu ilastym i gwarantującej co najmniej jednostronny przepływ wód gruntowych. Jednocześnie należy zatrzymać wypływ z podłoża gruntowego drogi piasków nawodnionych - kurzawek. W tym celu można wykorzystać geowłókniny, stosowane w tzw. drenażu francuskim, zapewniające jednostronny przepływ wody i zatrzymujące nawet drobne frakcje gruntów sypkich. Po zakończeniu prac zabezpieczających zaleca się usunąć szcążkową warstwę bitumiczną nawierzchni i około 1-1,5 istniejących nasypów.



Po dogęszczeniu odsłoniętej warstwy nasypów należy dokonać wzmocnienia podłoża np. poprzez ułożenie geomateraca z geosiatki, wypełnionego tłuczniem drogowym. Dopiero na tak wzmocnionym podłożu można wykonać dolną i górną podbudowę drogową z kruszyw i ułożyć nową nawierzchnię jezdni. Zagęszczenie warstw konstrukcyjnych winno być kontrolowane zgodnie z wymogami norm dla budownictwa drogowego.

Uwzględniając warunki finansowania inwestycji, sugeruje się rozważyć takie wzmocnienie konstrukcji nawierzchni na całym odcinku drogi powiatowej, przebiegającym wzdłuż brzegu stawu rybnego. Uzasadnione to jest występowaniem w podłożu gruntów słabych: spoistych plastycznych, soczewek organicznych, kurzawek.

Niniejsza "Dokumentacja geologiczno-inżynierska" zgodnie z obowiązującym Prawem Geologicznym podlega rejestracji w Starostwie Powiatowym w Bielsku-Białej.