

EKSPERTYZA GEOLOGICZNA
DLA KONCEPCJI ZABEZPIECZENIA ORAZ
OPRACOWANIA PFU DLA USZKODZONEGO
ODCINKA DROGI WOJEWÓDZKIEJ
DW nr 965 odc. 120 od km 2+160 do km 2+230
W BOCHNI przy ul. WIŚNICKIEJ.

Gmina: Bochnia.
Powiat: bocheński.
Województwo: małopolskie.

Inwestor i zleceniodawca:
ZARZĄD DRÓG WOJEWÓDZKICH W KRAKOWIE
30-085 Kraków ul. Głowackiego 56.

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

Autorzy dokumentacji:
mgr inż. Leszek Wąsik
upraw. MŚ nr VII –1368

v-ce Prezes PUG-L
CHEMKOP-LABORGEO
mgr Zbigniew Russocki

.....
mgr inż. Sebastian Jurczak
upraw. MŚ nr VI –0391

.....
mgr inż. Bartłomiej Gładysz

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

.....

Kraków – listopad 2010

SPIS TREŚCI

Wstęp.....	str. 4
1. Informacje ogólne o terenie badań.....	str. 4
2. Opis położenia geograficznego.....	str. 5
3. Opis budowy geologicznej.....	str. 5
4. Prace własne.....	str. 6
4.1. Analiza materiałów archiwalnych.....	str. 6
4.2. Zakres wykonania robót terenowych.....	str. 7
4.3. Badania laboratoryjne.....	str. 8
4.4. Terenowe prace geodezyjne.....	str. 8
5. Opis właściwości fizyczno – mechanicznych gruntów.....	str. 8
6. Opis warunków hydrogeologicznych.....	str. 13
7. Charakterystyka agresywności wód podziemnych w stosunku do betonu i stali.....	str. 13
8. Ocena warunków geologiczno-inżynierskich wraz z prognozą wpływu inwestycji na środowisko.....	str. 14
9. Geotechniczne warunki posadowienia.....	str. 15
10. Zalecenia dotyczące zabezpieczenia skarpy i robót ziemnych.....	str. 15
11. Podsumowanie i wnioski.....	str. 16
Literatura i materiały pomocnicze.....	str. 17

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Lokalizacja planowanej inwestycji – skala 1:15 000	zał. 1.
Mapa dokumentacyjna robót geologicznych – skala 1:500	zał. 2.
Mapa geologiczno inżynierska – skala 1:500	zał. 3.
Przekroje geologiczno - inżynierskie	zał. 4.1-4.4
Objaśnienia do przekrojów geologiczno - inżynierskich	zał. 4.5
Karty dokumentacyjne otworów geotechnicznych	zał. 5.1-5.9
Geodezyjna lokalizacja robót geologicznych	zał. 6.
Zestawienie wyników badań laboratoryjnych	zał. 7.
Wyniki badań granic Atterberg’a	zał. 8.1-8.14
Wyniki analizy chemicznej wody gruntowej	zał. 9.

WSTĘP

Inwestorem i Zleceniodawcą jest Zarząd Dróg Wojewódzkich w Krakowie z siedzibą przy ul. Głowackiego 56, 30-085 Kraków. Ekspertyzę wykonano na podstawie:

- Umowy nr 171/2010/ZDW zawartej w dniu 29 września 2010 roku pomiędzy Zarządem Dróg Wojewódzkich w Krakowie reprezentowanym przez Pana mgr inż. Grzegorza Stecha a Przedsiębiorstwem Usług Geologiczno Laboratoryjnych CHEMKOP - LABORGEO reprezentowanym przez Pana Zbigniewa Russockiego, na wykonanie „Ekspertyzy geotechnicznej dla rozpoznania osuwiska przy drodze wojewódzkiej DW nr 965 odc. 120 od km 2+160 do km 2+230 w Bochni przy ul. Wiśnickiej”.
- Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 Arkusz M 34 – 77B Bochnia – Opracowanej przez. K.Skoczylas – Ciszewska i J. Burtan - Wydawnictwa Geologiczne 1954.
- Wyników prac geologicznych wykonanych zgodnie z „Projektem prac geologicznych dla opracowania ekspertyz geologicznych osuwisk (zadanie ZDW-DI-3-271-98/10).

Ekspertyza wykonana została zgodnie z Polską Normą *PN-B-02479 – Geotechnika - "Dokumentowanie Geotechniczne"* - sierpień 1998 oraz według zaleceń „Instrukcji Obserwacji i Badań Osuwisk Drogowych” – Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych – pod redakcją inż. Juliusza Nowackiego - Warszawa 1999.

1. INFORMACJE OGÓLNE O TERENIE BADAŃ.

Teren badań geologicznych znajduje się pod względem administracyjnym w miejscowości Bochnia, powiecie bocheńskim, województwo małopolskie. Teren ten znajduje się na południowo zachodnim obrzeżu miasta Bochnia przy ulicy Wiśnickiej, droga wojewódzka nr 965 w kierunku Nowego Wiśnicza, odcinek 120 w km od 2+160 do km 2+230, który uległ uszkodzeniu. Omawiany odcinek drogi zarządzany jest przez Rejon Dróg Wojewódzkich w Myślenicach. Obszar badań wraz z miejscami wykonanych prac geologicznych przedstawiony jest w zał. 2.

Na przedmiotowym odcinku powstały liczne spękania poprzeczne i deformacje (osiadanie) nawierzchni bitumicznej. Uszkodzony został również rów przydrożny wyłożony betonowymi korytkami. Osuwisko rozwinęło się na skarpie powyżej korpusu drogi na długości około 50 metrów

Zleceniodawca: ZARZĄD DRÓG WOJEWÓDZKICH W KRAKOWIE 30-085 Krakowie, ul. Głowackiego 56.

Wykonawca: PUG-L „CHEMKOP-LABORGEO” Sp. z o.o. ul. Wybickiego 7, 30-261 Kraków

i szerokości około 45 metrów. Na stoku rozwinęła się nisza osuwiskowa, widoczne są też stare nisze obecnie nieaktywne oraz spękania gruntu. Ruchy masowe uszkadzają nasyp drogowy wraz z nawierzchnią.

Teren badań powyżej drogi pokryty jest lasem, a poniżej nasypu drogowego znajdują się niewielkie łąki oraz „szkółka leśna” Teren jest niezabudowany.

2. OPIS POŁOŻENIA GEOGRAFICZNEGO.

Omawiany teren leży w miejscowości Bochnia, na południowo zachodnim obrzeżu miasta. Teren ten znajduje się w obrębie mezoregionu: Pogórze Wiśnickie, przy jego północnej granicy z Podgórzem Bocheńskim. Obszar ten należy do zlewni Raby.

3. OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ.

Budowę geologiczną przedmiotowego obszaru przedstawiono na podstawie Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 – arkusz M 34 – 77B Bochnia, a także wierceń wykonanych na terenie osuwiska.

Teren rozpoznania geologicznego leży na pograniczu Karpat Fliszowych oraz Zapadliska Przedkarpackiego, w granicach krainy geograficznej - Pogórza Wiśnickiego.

Starsze podłoże budują dolno i górno kredowe utwory fliszowe wykształcone jako piaskowce przewarstwione łupkami ilastymi, które uległy wypiętrzeniu i sfałdowaniu. Podłoże skalne pokryte jest utworami czwartorzędowymi o miąższości do kilku metrów, powstałymi w wyniku wietrzenia łupków ilastych i piaskowców. Warstwy czwartorzędowe wykształcone są jako ility pylaste i gliny pylaste związane przewarstwione piaskami gliniastymi. W najwyższej części profilu występują pyły i gliny pylaste. Grunty czwartorzędowe zawierają domieszkę rumoszu zwietrzałego łupka i piaskowca.

Szczegółowa budowa geologiczna terenu badań przedstawiona jest na przekrojach geologicznych (zał. 4.1-4.4) i kartach otworów geotechnicznych (zał. 5.1-5.9).

4. OMÓWIENIE REALIZACJI PRAC ROZPOZNAWCZYCH.

Celem prac geologicznych było rozpoznanie budowy geologicznej podłoża, rejonu odcinka drogi nr 965 w Bochni przy ul. Wiśnickiej, a w szczególności zbadanie procesów osuwiskowych zachodzących w zboczu nad drogą oraz w nasypie drogowym oraz ustalenie stosunków wodnych i stwierdzenie występowania stropu warstwy stabilnej mogącej stanowić podłoże dla posadowienia systemu zabezpieczenia. Cel prac i ich zakres został określony w uzgodnieniu z przedstawicielem inwestora oraz w umowie zawartej z ZDW. Dla osiągnięcia założonego celu geotechnicznego przyjęto i zrealizowano następujący tok prac rozpoznawczych:

- analizę materiałów archiwalnych
- prace terenowe (wyrobiska geologiczne, kartowanie geologiczne)
- geotechniczne badania laboratoryjne
- analizę zebranych materiałów
- opracowanie powykonawczej ekspertyzy geotechnicznej.

Szczegółowy opis wykonanych prac zawarty jest w kolejnych podrozdziałach.

4.1. ANALIZA MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH.

Jedynymi dostępnymi materiałami archiwalnymi są dokumentacje fotograficzne ze skutków pojawienia się szkód powstałych na przedmiotowym odcinku drogi oraz wywiad terenowy z pracownikami ZDW. Powyższe rozpoznanie pozwoliło ocenić skutki ruchów masowych. W bieżącym roku, po ulewnych deszczach w maju, nastąpiło osunięcie mas gruntu i uszkodzenie nawierzchni drogi oraz przydrożnego rowu. Nawierzchnia i nasyp drogowy osiadł o około 0,3 m.

Po zdarzeniu tym podjęto decyzję o zabezpieczeniu tego odcinka drogi przed dalszymi ruchami masowymi. Podstawą tego będzie opracowanie ekspertyzy geotechnicznej oraz projektu funkcjonalno-użytkowego PFU.

4.2. TERENOWE PRACE ROZPOZNAWCZE.

Prace terenowe stanowiły podstawę rozpoznania geotechnicznego. Poniżej wymieniono zakres przeprowadzonych prac. Lokalizację wykonanych otworów geotechnicznych wraz z przebiegiem przekrojów geotechnicznych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej robót geologicznych (zał. 2), natomiast wyniki kartowania przedstawiono na mapie geologiczno inżynierskiej (zał. 3).

W ramach prac terenowych wykonano:

- wyrobiska rozpoznawcze - otwory sondą rdzeniową RKS,
- profilowanie geologiczne wyrobisk rozpoznawczych,
- opróbowanie gruntów podłoża,
- badania i obserwacje hydrogeologiczne,
- opróbowanie wód gruntowych,
- kartowanie geologiczno-inżynierskie obszaru badań.

Przed przystąpieniem do geotechnicznych robót rozpoznawczych, lokalizację wyrobisk konsultowano z autorem projektu funkcjonalno – użytkowego.

Realizując terenowe roboty rozpoznawcze wykonano 9 otworów sondą rdzeniową - okienkową, łącznie 26,3 mb. Średnica wykonanych otworów wynosi od 60 do 36 mm.

Otwory wykonane za pomocą sondy okienkowej wbijanej Windows Sampler były wystarczające do prawidłowego rozwiązania zadania geologicznego. Po wykonaniu wszystkich niezbędnych obserwacji otwory zlikwidowano przez zasypanie urobkiem z odtworzeniem naturalnego przebiegu warstw.

W czasie profilowania otworów z każdej warstwy odmiennej litologicznie, lub różniącej się parametrami geotechnicznymi wykonywana była analiza makroskopowa. Wyrobiska rozpoznawcze były profilowane przez nadzór geologiczny posiadający odpowiednie uprawnienia. Wyniki profilowań ujęte są w kartach dokumentacyjnych otworów geotechnicznych (zał. 5.1-5.9).

4.3. GEOTECHNICZNE BADANIA LABORATORYJNE.

Wszystkie pobrane próbki NW zostały przekazane do laboratorium mechaniki gruntów.

Na materiale gruntowym z pobranych próbek wykonano następujące oznaczenia:

- granice konsystencji Atterberga tzn. płynności W_L i plastyczności W_P - 14 oznaczeń

- wilgotność naturalną gruntów W_n - 29 oznaczeń

Geotechniczne badania laboratoryjne gruntów wykonano zgodnie z normą **PN-88/B-04481** Oznaczenia laboratoryjne wykonane zostały w Laboratorium Mechaniki Gruntów wykonawcy opracowania (PUG-L CHEMKOP-LABORGEO” Sp. z o.o. w Krakowie). Wyniki badań laboratoryjnych przedstawiono w załącznikach nr 7 i 8. Nazwę gruntów oraz ich stan określono na podstawie normy **PN-86/B-02480**.

Badania chemiczne próbek wody gruntowej obejmowały:

- agresywność wody gruntowej w stosunku do betonu i żelbetu - 1 badanie.

Wyniki badań próbek wody gruntowej zamieszczono w załączniku nr 9.

4.4. TERENOWE PRACE GEODEZYJNE.

Aktualną mapę sytuacyjno-wysokościową terenu badań w skali 1:500 oraz powykonawczą inwentaryzację wyrobisk rozpoznawczych, wykonała firma Zakład Usług Geodezyjnych Bogusław Piotr Niedziela, 31-223 Kraków ul. Pachońskiego 6/175. (zał. 2).

5. OPIS WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-MECHANICZNYCH GRUNTÓW.

Podstawą dla określenia własności fizyczno-mechanicznych gruntów były własne badania laboratoryjne na próbkach gruntu pobranych w czasie wiercenia otworów geotechnicznych. Stopień plastyczności oznaczono metodą A, natomiast pozostałe parametry geotechniczne określono metodą B.

Na podstawie analizy wszystkich wyników pochodzących z profilowań otworów geologicznych i wyników badań laboratoryjnych, wyodrębniono 7 warstw geotechnicznych. Przy podziale uwzględniono odmienność genetyczną i litologiczną gruntów oraz istotne różnice występujące w parametrach geotechnicznych.

Zestawienie parametrów geotechnicznych, charakteryzujących poszczególne warstwy geotechniczne przedstawiono w tabeli nr 1. Przedstawione w zestawieniach parametry geotechniczne są wartościami średnimi i przy dalszych obliczeniach należy stosować zgodnie z normą PN-81/B-03020 współczynnik materiałowy γ_m równy 0,9 lub 1,1 przyjmując wartość obliczeniową bardziej niekorzystną. Poniżej omówiono poszczególne warstwy geotechniczne.

Warstwa geotechniczna I Koluwium zbudowana jest głównie z gruntów średnio spoistych: glin pylastych i mało spoistych pyłów piaszczystych i piasków gliniastych z domieszką drobnego rumoszu piaskowca i humusu. Grunty te są w stanie plastycznym, wilgotne, barwy jasnobrązowej, popielato brązowej i ciemno żółtej.

Warstwa ta występuje poniżej warstwy gleby, na większości badanego terenu w obrębie osuwiska, w formie dużych soczewek o miąższości dochodzącej do ponad 2 m. Występują w niej sączenia wody gruntowej.

Pomierzona wilgotność naturalna waha się od 16,9 do 22,6 %, natomiast średnia z 7 pomiarów wynosi $W_n = 18,8 \%$. W gruntach tych wykonano również 4 oznaczenia granic Atterberg'a, gdzie uzyskano wartości stopnia plastyczności od 0,222 do 0,480. Średnio $I_L = 0,37$.

Warstwa geotechniczna II Koluwium zbudowana jest głównie z gruntów zwięzła spoistych: glin pylastych zwięzłych z rumoszem łupka ilastego i piaskowca. Grunty te są w stanie twardoplastycznym, wilgotne, barwy brązowo-szarej i ciemnoszarej.

Warstwa ta występuje lokalnie w formie soczewek o miąższości do 1 m, w obrębie osuwiska, poniżej warstwy gleby lub warstwy nr I. Warstwa ta w spągu przechodzi w warstwę nr III, która jest w stanie miękkoplastycznym.

Pomierzona wilgotność naturalna waha się od 20,3 do 25,5 %, natomiast średnia z 3 pomiarów wynosi $W_n = 23,5 \%$. W gruntach tych wykonano również 1 oznaczenie granic Atterberg'a gdzie uzyskano wartość stopnia plastyczności $I_L = 0,048$.

Warstwa geotechniczna III Koluwium podobnie jak wyżej zbudowana jest głównie z gruntów zwięzła spoistych: glin pylastych zwięzłych z rumoszem łupka ilastego. Grunty te są w stanie plastycznym i lokalnie miękkoplastycznym, wilgotne i mokre, barwy brązowej, szarej lub brunatnej.

Warstwa ta występuje poniżej warstwy II, na większości badanego terenu w obrębie osuwiska. Miąższość warstwy dochodzi do 1 m. Występują w niej bardzo intensywne sączenia wody gruntowej. W spągu tej warstwy rozpoznano płaszczyznę poślizgu osuwiska, powyżej stropu warstwy ilów w stanie twardoplastycznym, stanowiących nienaruszone podłoże.

Pomierzona wilgotność naturalna waha się od 26,4 do 48,9 %, natomiast średnia z 3 pomiarów wynosi $W_n = 35,2 \%$. W gruntach tych wykonano również 3 oznaczenia granic Atterberg'a, gdzie uzyskano wartości stopnia plastyczności od 0,222 do 0,420. Średnio $I_L = 0,32$.

Warstwa geotechniczna IV podobnie jak warstwa nr I zbudowana jest głównie z gruntów średnio spoistych: glin pylastych, glin piaszczystych i mało spoistych pyłów i piasków

gliniastych z domieszką rumoszu piaskowca. Są to jednak grunty w stanie twardoplastycznym, wilgotne, barwy jasno brązowej, popielato brązowej i rdzawej.

Warstwa ta występuje głównie w formie przewarstwień o miąższości około 0,5 m w warstwie iłów, a lokalnie osiąga miąższość 2,4 m.

Pomierzona wilgotność naturalna waha się od 14,5 do 25,0 %, natomiast średnia z 6 pomiarów wynosi $W_n = 18,9$ %. W gruntach tych wykonano również 4 oznaczenia granic Atterberg'a gdzie uzyskano wartości stopnia plastyczności od 0,154 do 0,376. Średnio $I_L = 0,22$.

Warstwa geotechniczna V zbudowana jest z piasków grubych z rumoszem łupka ilastego i piaskowca. Grunty w tej warstwie są w stanie średnio zagęszczonym i zagęszczonym, wilgotne, barwy popielato-beżowej i rdzawej.

Warstwa ta występuje lokalnie na stropie warstwy nr VII jako niewielkiej miąższości warstwy i soczewki powstałe na skutek wietrzenia piaskowców.

W gruntach tych wykonano 2 oznaczenia wilgotności naturalnej, gdzie w obu przypadkach uzyskano $W_n = 7,0$ %.

Warstwa geotechniczna VI zbudowana jest głównie z gruntów bardzo spoistych: iłów pylistych i glin pylistych zwięzłych z rumoszem łupka ilastego i piaskowca. Grunty w tej warstwie są w stanie twardoplastycznym i półzwartym, mało wilgotne, barwy szarej, brunatno szarej i lokalnie jasno brązowej.

Warstwa ta występuje na większości badanego terenu, w formie warstwy o zróżnicowanej miąższości od 0,5 do 3,0 m. W obrębie osuwiska jej strop stwierdzono na głębokości około 2,0 m p.p.t., Jest to warstwa zbudowana z nieprzepuszczalnych iłów, stanowiąca stabilne podłoże w stropie której utworzyła się płaszczyna poślizgu osuwiska i nastąpiło osunięcie warstw leżących powyżej.

Pomierzona wilgotność naturalna waha się od 16,2 do 27,9 %, natomiast średnia z 8 pomiarów wynosi $W_n = 22,1$ %. W gruntach tych wykonano również 2 oznaczenia granic Atterberg'a gdzie uzyskano odpowiednio wartości stopnia plastyczności $I_L = -0,162$ i $I_L = 0,109$. Średnio $I_L = -0,03$.

Warstwa geotechniczna VII Skąła miękka zbudowana jest z łupków ilastych z przewarstwieniami piaskowca. Warstwa ta jest w stanie zwartym, sucha, barwy szarej – łupki i beżowej – piaskowce.

Warstwa ta występuje na całym terenie badań, jej strop stwierdzono na głębokościach od 0,8 m p.p.t. powyżej niszy osuwiskowej, do 5,1 m p.p.t. po przeciwnej stronie drogi, natomiast spągu nie nawiercono. Jest to warstwa stanowiąca stabilne podłoże.

Tabela nr 1

Zestawienie parametrów fizyko-mechanicznych charakteryzujących warstwy geotechniczne.

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	Koluwium Glina pylasta, piasek gliniasty, pył z humusem i rumoszem piaskowca.	Gπ / Pg / Π+KRpc	pl	w	0,37	2,10	11	12	14	20
II	Koluwium Glina pylasta zwięzła, ił pylasty z rumoszem łupka i piaskowca.	Gπz / Iπ +KRli+pc	tpl	w	0,05	2,00	25	17	30	42
III	Koluwium Glina pylasta zwięzła, ił pylasty z rumoszem łupka.	Gπz / Iπ +KRli	pl / mpl	w	0,32	1,80	12	13	15	22
IV	Glina pylasta, pył z rumoszem piaskowca.	Gπ / Π+KRpc	tpl	w	0,22	2,10	15	14,30	19	27
V	Piasek gruby z rumoszem piaskowca	Pr +KRpc	szg / zg	w	0,50	1,90	-	33	80	95
VI	Ił pylasty, glina pylasta zwięzła z rumoszem łupka i piaskowca.	Iπ / Gπz +KRli+pc	tpl / pzw	mw	0,00	2,05	60	13	22	38
VII	Skała miękka łupek ilasty przewarstwiony piaskowcem w stropie zwietrzały	SM (li//pc)	zw	-	-	-	-	-	-	-

Objaśnienia do tabeli

Parametry geotechniczne warstw I ÷ IV i VI wyznaczone zostały metodą B, natomiast parametry warstwy V metodą C wg normy **PN-81/B-03020**.

1) Grunty spoiste warstwy **VI** pod względem konsolidacji należą do **grupy D (iły niezależnie od pochodzenia)**.

2) Grunty spoiste warstwy od **I** do **IV** należą do **grupy C (inne grunty spoiste nieskonsolidowane)**.

3) Objasnienia symboli stanu w kolumnie – stan gruntu

pzw – grunt półzwały

tpl – grunt twardoplastyczny

pl – grunt plastyczny

mpl – grunt miękkoplastyczny

4) objaśnienia symboli w kolumnie- wilgotność

mw – grunt mało wilgotny

w – grunt wilgotny

m – grunt mokry

nw – grunt nawodniony

5) pozostałe objaśnienia symboli:

c_u – spójność (kohezja)

I_L – stopień plastyczności

I_D – stopień zagęszczenia

ρ – gęstość objętościowa gruntu

ϕ_u – kąt tarcia wewnętrznego

E_0 – moduł pierwotnego (ogólnego) odkształcenia gruntu

M_0 – edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej (ogólnej)

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.

6. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE.

Wykonanymi wyrobiskami geologicznymi nie nawiercono ciągłego zwierciadła wód gruntowych, a jedynie sączenia wód zawieszonych. Sączenia te są szczególnie intensywne w obrębie warstwy geotechnicznej nr III, na powierzchni poślizgu czyli na stropie warstwy geotechnicznej VI zbudowanej z nieprzepuszczalnych iłów pylastych w stanie półzwartym. Są to wody deszczowe infiltrujące w głąb podłoża gruntowego. Stosunki wodne na omawianej skarpie zależą od intensywności opadów i roztopów. Wody opadowe infiltrując w podłoże gruntowe gromadzą się na warstwie nieprzepuszczalnych iłów i powodują uplastycznienie warstw glin, a w konsekwencji utratę stateczności zbocza nad drogą i powstanie ruchów masowych.

7. CHARAKTERYSTYKA AGRESYWNOŚCI WÓD PODZIEMNYCH W STOSUNKU DO BETONU I STALI.

Na podstawie badań przeprowadzonych zgodnie z PN-EN:206-1:2003, woda gruntowa **podlega klasie agresji chemicznej „XA2”** ze względu na wielkość zawartości dwutlenku węgla agresywnego.

Wyniki badań przedstawiono w załączniku nr 9.

8. OCENA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH WRAZ Z PROGNOZĄ WPŁYWU INWESTYCJI NA ŚRODOWISKO.

Teren, na którym były prowadzone prace geotechniczne znajduje się przy drodze wojewódzkiej nr 965 (Bochnia – Nowy Wiśnicz) odcinek 120 w przy ul. Wiśnickiej w Bochni. Pod względem morfologicznym omawiany teren znajduje się w obrębie Pogórza Wiśnickiego charakteryzującego się wydłużonymi wzniesieniami o wysokości 330–480 m n.p.m. porozcinanymi dolinami rzek i strumieni, z nachyleniem zboczy dochodzącym do 20%.

Droga ma generalnie przebieg NNW – SSE, natomiast na terenie badań, na krótkim odcinku ma przebieg W – E. Korona drogi znajduje się na rzędnych od 273 do 277 m n.p.m. W kierunku południowym teren wznosi się ku wydłużonemu grzbieciu (NW-SE) o wysokości ponad 295 m n.p.m., ku północy teren łagodnie opada w stronę doliny potoku znajdującego się na rzędnej około 255 m n.p.m. Warstwy konstrukcyjne drogi zbudowane są na niewielkim nasypie lub bezpośrednio na podłożu gruntowym

Po okresie katastrofalnych opadów deszczu w maju bieżącego roku odnowiło się osuwisko w zboczu, bezpośrednio nad drogą. Zaobserwowano typowe formy osuwiskowe: nisze osuwiskowe, jęzor, spękania gruntu i sączenia wody gruntowej. W wyniku ruchów masowych nastąpiło uszkodzenie nawierzchni drogi, fragment drogi uległ spękaniu i osunięciu o około 0,3 m. Uszkodzony został też rów przydrożny od strony zbocza zbudowany z betonowych korytek.

Przyczyną powstania omawianego osuwiska są wody opadowe infiltrujące w głąb podłoża gruntowego. Wody infiltrujące w głąb podłoża gromadzą się na warstwie nieprzepuszczalnych ilów (warstwa geotechniczna nr VI) i powodują uplastycznienie warstw wyżej leżących, a w szczególności glin pylastych. W konsekwencji tego następuje utrata stateczności zbocza nad drogą i powstanie ruchów masowych. Stwierdzona głębokość płaszczyzny poślizgu znajduje się na głębokości około 2,0 m p.p.t., natomiast poniżej korony drogi zalega prawdopodobnie na głębokości 3-4 m p.p.t.

Ewentualne roboty budowlane (system kotwiący, drenaż) nie będą miały istotnego wpływu na środowisko. Ewentualna inwestycja należyć będzie do przedsięwzięć, dla których **nie ma obowiązku** sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko – Rozporządzenie Rady Ministrów „**W sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko**” z dnia 9 listopada 2004r. Oraz Rozporządzenie Rady

Ministrów „Zmieniające rozporządzenie w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko” z dnia 21 sierpnia 2007r. (Dz. U Nr 158 poz. 1105 § 3. 1. pkt 56).

9. GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA.

Na podstawie kryteriów podanych w Rozp. MSWiA z dnia 24.09.1998 - poz. 839 §5 pkt. 3.3 kwalifikuje się podłoże do grupy o skomplikowanych warunkach gruntowych. Na podstawie tego samego rozporządzenia §7 pkt. 1.c. budowa systemu zabezpieczeń oraz drenażu skarpy zalicza się do trzeciej kategorii geotechnicznej §7 pkt. 3.b.

10. ZALECENIA DOTYCZĄCE ZABEZPIECZENIA SKARPY I ROBÓT ZIEMNYCH.

1. Konieczne jest uregulowanie stosunków wodnych, a w szczególności zamknięcie powstałych szczelin w gruncie i odpowiednie wyprofilowanie zbocza zapewniające swobodny spływ wody opadowej do przydrożnego rowu. Prace te mają na celu zminimalizowanie infiltracji wody w głąb zbocza nad drogą.
2. Zaleca się wycięcie drzew bez karczowania z obszaru osuwiska, które stanowią dodatkowe obciążenie stoku.
3. Zaleca się naprawę i uszczelnienie przydrożnego rowu.
4. Zaleca się zdrenowanie płaszczyzny poślizgu w zboczu nad drogą i odprowadzenie wody do rowu poza obszarem zagrożonym osuwiskiem.
5. Należy rozważyć budowę konstrukcji oporowej, na przykład palowanie (przy zastosowaniu płytkich sączków skarpowych)
6. Należy obserwować rozwój osuwiska.

Ze względu na skomplikowane warunki gruntowe panujące w podłożu, zaleca się aby prace naprawcze prowadzić przy współudziale nadzoru geologicznego.

11. PODSUMOWANIE I WNIOSKI.

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

1. Budowa geologiczna rejonu badań ma warunki skomplikowane, natomiast ewentualne prace związane z zabezpieczeniem nasypu i skarpy zalicza się do trzeciej kategorii geotechnicznej w warunkach skomplikowanych.
2. W czasie prowadzenia badań terenowych stwierdzono występowanie aktywnego osuwiska w zboczu nad drogą o charakterze zsuwu.
3. Przyczyną powstania osuwiska są wody opadowe, które infiltrują w głąb podłoża gruntowego i uplastyczniają warstwę glin znajdującą się nad nieprzepuszczalnymi iłami.
4. Wyodrębniono 7 warstw geotechnicznych w tym 3 warstwy gruntów koluwium – przemieszczonych w wyniku ruchów masowych (warstwy nr I, II i III). W podłożu koluwium występuje warstwa iłów pylastych powstałych w wyniku wietrzenia warstw fliszowych (warstwa nr VI), najniżej zalega warstwa łupków ilastych przewarstwionych piaskowcami (warstwa nr VII).
5. Warstwy iłów i łupka ilastego (warstwy nr VI i VII) posiadają dobre parametry geotechniczne, są to nienaruszone grunty nośne, mogące stanowić podłoże dla systemu zabezpieczeń.
6. Najważniejsze znaczenie dla stabilności budowli drogowej w przyszłości ma radykalne ograniczenie nawadniania warstw gruntu w zboczu nad drogą poprzez budowę systemu drenażu. Wody deszczowe powinny być odprowadzone do rowu przy drodze i dalej do potoku w dnie doliny.

7. Ze względu na występowanie skomplikowanych warunków geologicznych w obrębie podłoża, zaleca się prowadzenie wszelkich robót mających na celu zabezpieczenia skarpy pod nadzorem geologa.
8. Analiza stateczności skarpy została wykonana w odrębnym opracowaniu.
9. Głębokość strefy przemarzania dla tego rejonu wynosi $h_z = 1,20$ m.

LITERATURA I MATERIAŁY POMOCNICZE

1. Szczegółowa Mapa Geologicznej Polski w skali 1:50 000 Arkusz M 34 – 77B Bochnia – Opracowanej przez. K.Skoczylas – Ciszewska i J. Burtan - Wydawnictwa Geologiczne 1954.
2. Rozp. MSWiA z dnia 24.09.1998 „*W sprawie ustalenia warunków posadowienia obiektów budowlanych*” (Dz. U. Nr 126 poz. 839).
3. Rozp. R.M. z dnia 09.11.2004 „*W sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko*”. (Dz.U. nr 257 poz. 2573 z 2004 r) wraz ze zmianami (Dz.U. nr 92 poz. 769 z 2005 r.)
4. PN-81/B-03020 „*Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie*”.
5. PN-88/B-04481 „*Grunty budowlane. Badania próbek gruntu*”
6. PN-86/B-02480 „*Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów*”.
7. „*Instrukcja obserwacji i badań osuwisk drogowych*” pod redakcją inż. Juliusza Nowackiego, Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych Warszawa 1999