

**EKSPERTYZA GEOLOGICZNA  
DLA KONCEPCJI ZABEZPIECZENIA ORAZ  
OPRACOWANIA PFU DLA USZKODZONEGO  
ODCINKA DROGI WOJEWÓDZKIEJ  
DW nr 975 odc. 280 od km 4+340 do km 4+365  
W MIEJSCOWOŚCI LIPIE.**

**Gmina: Gródek nad Dunajcem.**

**Powiat: nowosądecki.**

**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 – październik 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. 7
4.4. Terenowe prace geodezyjne.....	str. 8
5. Opis właściwości fizyczno – mechanicznych gruntów.....	str. 8
6. Opis warunków hydrogeologicznych.....	str. 12
7. Ocena warunków geologiczno inżynierskich wraz z prognozą wpływu inwestycji na środowisko.....	str. 13
8. Geotechniczne warunki posadowienia.....	str. 14
9. Zalecenia dotyczące zabezpieczenia skarpy i robót ziemnych.....	str. 15
10. Podsumowanie i wnioski.....	str. 16
Literatura i materiały pomocnicze.....	str. 18

## **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. 4.1-4.2
Objaśnienia do przekrojów geologiczno - inżynierskich	zał. 4.3
Karty dokumentacyjne otworów geotechnicznych	zał. 5.1-5.5
Geodezyjna lokalizacja robót geologicznych	zał. 6.
Zestawienie wyników badań laboratoryjnych	zał. 7.
Wyniki badań granic Atterberg'a	zał. 8.1-8.8

## **WSTĘP**

Ekspertyza jest końcowym efektem rozpoznania geologicznego osuwiska na stoku przy drodze nr 975 na odcinku 280 w km 4+340 do km 4+365 w miejscowości Lipie.

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

- Umowy nr 127/2010/ZDW zawartej w dniu 26 sierpnia 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 Zbigniew Russocki, na wykonanie „Ekspertyzy geotechnicznej dla rozpoznania osuwiska przy drodze wojewódzkiej DW nr 975 odc. 280 od km 4+340 do km 4+365 w miejscowości Lipie”.
- Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 Arkusz 1018 - Męcina – opracowanej przez J. Burtan, J. Golonka, N. Oszczytko, Z. Paul, A. Ślęczka – Wydawnictwa Geologiczne 1980.
- Wyników prac geologicznych wykonanych zgodnie z „Projektem prac geologicznych dla opracowania ekspertyz geologicznych osuwisk (zadanie ZDW-DI-3-271-82/10)

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 w miejscowości Lipie, około 3 km na południe od Gródka nad Dunajcem w powiecie nowosądeckim. Na badanym terenie znajduje się droga wojewódzka nr 975, odcinek 280 w km 4+340 do km 4+365. Droga ta zbudowana jest na nasypie o wysokości około 4,5 m. Teren ten zarządzany jest przez Zarząd Dróg Wojewódzkich – rejon Nowy Sącz.

W pasie drogowym (w obrębie nasypu drogowego) nie stwierdzono charakterystycznych cech dla osuwiska czynnego. Nie można zaobserwować wyraźnych niszy osuwiskowych, jęzorów oraz wysięków wód gruntowych. Niemniej jednak, następuje tutaj stopniowe osiadanie nawierzchni drogowej co świadczy o aktywnych w tym miejscu ruchach masowych.

## **2. OPIS POŁOŻENIA GEOGRAFICZNEGO.**

Omawiany teren leży w miejscowości Lipie w gminie Gródek nad Dunajcem, na południowym brzegu Jeziora Rożnowskiego, w obrębie mezoregionu geograficznego: Pogórze Rożnowskie. Obszar ten znajduje się w dolinie Dunajca która stanowi zachodnią granicę Pogórza Rożnowskiego. Ze względu na położenie geograficzne teren ten ma charakter turystyczno-rolniczy.

## **3. OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ.**

Teren rozpoznania geologicznego (Pogórze Rożnowskie) leży we wschodniej części płaszczowiny śląskiej stanowiącej część głównej jednostki strukturalnej Karpat, tzw. fliszowych Karpat zewnętrznych. Są to utwory trzeciorzędowe piaskowce przewarstwione łupkami ilastymi, które uległy wypiętrzeniu i sfałdowaniu.

Utwory trzeciorzędowe przykryte są utworami czwartorzędowymi miąższości do kilku metrów. Utwory czwartorzędowe pochodzą przede wszystkim z wietrzenia skał fliszowych, a w znacznie mniejszym stopniu występują osady rzek i jeziorne oraz antropogeniczne.

## **4. OMÓWIENIE REALIZACJI PRAC ROZPOZNAWCZYCH.**

Celem prac geologicznych było rozpoznanie budowy geologicznej podłoża, rejonu odcinka drogi nr 975 od km 4+340 do km 4+365 w miejscowości Lipie, a w szczególności zbadanie procesów osuwiskowych zachodzących w zboczu nad drogą oraz w nasypie drogowym. Ponadto 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 i mieszkańcami okolicznych posesji. Powyższe rozpoznanie pozwoliło stwierdzić że od wielu lat postępuje stopniowe osiadanie i przemieszczanie nasypu drogowego w kierunku brzegu jeziora. Proces ten nasila się po okresie intensywnych opadów. W bieżącym roku, po ulewnych deszczach w kwietniu i maju, nastąpiło oberwanie nasypu o kilkadziesiąt centymetrów, pomimo że wcześniej zostało wykonane wzmocnienie brzegu. Mur wzmacniający brzeg nie został uszkodzony.

Po zdarzeniu tym podjęto decyzję 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,
- profilowanie geologiczne wyrobisk rozpoznawczych,
- opróbowanie gruntów podłoża,
- badania i obserwacje hydrogeologiczne,
- kartowanie geologiczno-inżynierskie obszaru badań.

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

Realizując terenowe roboty rozpoznawcze wykonano 5 otworów sondą rdzeniową - okienkową, łącznie 25,0 mb (nie wliczając otworów powtarzanych ze względu na brak możliwości przebiccia nasypu drogowego). 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. 5.1-5.5).

#### **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  $W_P$  - 8 oznaczeń
- wilgotność naturalną gruntów  $W_n$  - 14 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 obowiązującej normy **PN-86/B-02480**.

#### **4.4. TERENOWE PRACE GEODEZYJNE.**

Aktualną mapę sytuacyjno-wysokościową terenu badań w skali 1:500 wykonała firma UNIGEO Prace Geodezyjne mgr inż. Mateusz Kapusta, 33-300 Nowy Sącz ul. Wincentego Pola 52a. Wyrobiska rozpoznawcze zostały powykonawczo, geodezyjnie zamierzone i naniesione na mapę dokumentacyjną (zał. 2) przez firmę Zakład Usług Geodezyjnych Bogusław Piotr Niedziela.

### **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  $\gamma_m$  równy 0,9 lub 1,1, przyjmując wartość obliczeniową bardziej niekorzystną. Poniżej omówiono poszczególne warstwy geotechniczne.

**Warstwa geotechniczna I Nasyp budowlany** zbudowany z glin i piasku gliniastego z otoczkami piaskowca. Grunty w tej warstwie są w stanie twaroplastycznym.

Warstwa ta stanowi część nasypu drogowego tj. część skarpy od strony jeziora, poza konstrukcją drogi. Występuje poniżej warstwy gleby do głębokości 2,5 m p.p.t. W podłożu występują gliny pylaste zwięzłe i piaski gliniaste z humusem w stanie plastycznym.

Pomierzona wilgotność naturalna waha się od 15,3 do 22,3 %, natomiast średnia z 4 pomiarów wynosi  $W_n = 18,9$  %. W gruntach tych wykonano również 1 oznaczenie granic Atterberg'a gdzie uzyskany stopień plastyczności wynosi  $I_L = 0,185$ .

**Warstwa geotechniczna II Nasyp budowlany** zbudowany z otoczków piaskowca i piasku gliniastego. Grunty w tej warstwie są w stanie średnio zagęszczonym.

Jest to środkowa część nasypu drogowego, od 1 do 3 m poniżej konstrukcji drogi. Niżej stwierdzono warstwy nasypu w stanie zagęszczonym.

Na podstawie postępu wiercenia oraz procentowego uzysku prób gruntu stwierdzono że warstwa ta jest w stanie średnio zagęszczonym. Stwierdzono też niewielkie sączenia wód gruntowych.

**Warstwa geotechniczna III Nasyp budowlany** zbudowany z pospółki i otoczków piaskowca. Grunty w tej warstwie są w stanie zagęszczonym.

Warstwa ta występuje poniżej konstrukcji drogi do około 1 m p.p.t., a następnie od około 3 m p.p.t. do gruntów rodzimych na głębokości około 4,5 m p.p.t.

Na podstawie postępu wiercenia oraz procentowego uzysku prób gruntu stwierdzono że warstwa ta jest w stanie zagęszczonym.

**Warstwa geotechniczna IV** zbudowana głównie z glin pylastych zwięzłych z przewarstwieniami piasku gliniastego i śladami części organicznych. Grunty w tej warstwie są w stanie plastycznym, wilgotne i miejscami mokre, barwy szaro brązowej.

Warstwę tą stwierdzono w podłożu nasypu drogowego na rzędnych od około 270,0 do 268,5 m n.p.m. Są to grunty pochodzące prawdopodobnie z sedymentacji jeziornej.

Pomierzona wilgotność naturalna wynosi w piaskach gliniastych  $W_n = 18,6$  natomiast w glinach pylastych zwięzłych  $W_n = 32,3$  %. W gruntach tych wykonano też 2 oznaczenia granic Atterberg'a gdzie uzyskano odpowiednio wartości stopnia plastyczności  $I_L = 0,365$  i  $I_L = 0,473$ . Średnio  $I_L = 0,42$ .

**Warstwa geotechniczna V Koluwium** jest to warstwa powstała w wyniku ruchów masowych, zbudowana jest głównie z glin zwięzłych z rumoszem piaskowca i z przewarstwieniami piasków gliniastych. Grunty w tej warstwie są w stanie plastycznym, wilgotne, barwy żółto brązowej i szaro brązowej.

Warstwę tą stwierdzono na stoku góry po wschodniej stronie drogi. Rozciąga się ona od starej drogi gruntowej w rejonie otworu Li-5 do skarpy rowu przydrożnego. Nie stwierdzono jej poniżej konstrukcji drogi.

Pomierzona wilgotność naturalna waha się od 16,8 w piaskach gliniastych do 26,5 w glinach zwięzłych, średnia dla glin zwięzłych wynosi  $W_n = 23,4 \%$ . W gruntach tych wykonano też 2 oznaczenia granic Atterberg'a gdzie uzyskano odpowiednio wartości stopnia plastyczności  $I_L = 0,287$  i  $I_L = 0,302$ . Średnio  $I_L = 0,29$ .

**Warstwa geotechniczna VI** zbudowana jest głównie z glin zwięzłych z rumoszem piaskowca. Grunty w tej warstwie są w stanie twardoplastycznym, mało wilgotne, barwy brązowej.

Warstwa ta występuje na całym terenie badań, na stoku pod warstwą gleby lub pod warstwą koluwium, a niżej pod nasypami drogowymi oraz pod warstwą IV.

Pomierzona wilgotność naturalna waha się od 20,6 do 22,1 średnia wynosi  $W_n = 21,4 \%$ . W gruntach tych wykonano też 2 oznaczenia granic Atterberg'a gdzie uzyskano odpowiednio wartości stopnia plastyczności  $I_L = 0,151$  i  $I_L = 0,165$ . Średnio  $I_L = 0,16$ .

**Warstwa geotechniczna VII Wietrzelina** zbudowana jest głównie z ilów pylastych z rumoszem łupka ilastego i piaskowca. Grunty w tej warstwie są w stanie półzwartym, mało wilgotne, barwy popielato brązowej.

Warstwę tą rozpoznano jedynie w otworze Li-5 ale najprawdopodobniej występuje na całym terenie badań na warstwach fliszu.

Pomierzona wilgotność naturalna waha się od 14,0 do 20,8 średnia wynosi  $W_n = 17,4 \%$ . W gruntach tych wykonano też 1 oznaczenie granic Atterberg'a gdzie uzyskano wartość stopnia plastyczności  $I_L = -0,416$ .

Tabela nr 1

Zestawienie parametrów fizyko-mechanicznych charakteryzujących warstwy geotechniczne.

nr warstwy	Rodzaj gruntów	Symbol gruntu	Stan gruntu	Wilgotność	$I_L / I_D$	$\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	$c_u$ [kPa]	$\phi_u$ [°,']	$E_0$ [MPa]	$M_0$ [MPa]
I	Nasyp budowlany Glina i piasek gliniasty z otoczkami piaszkowca.	<b>nB (G/Pg +KO)</b>	<b>tpl</b>	w /mw	<b>0,19</b>	<b>2,15</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>29</b>
II	Nasyp budowlany Otoczaki piaszkowca i piasek gliniasty.	<b>nB (KO+Pg)</b>	<b>szg</b>	w	<b>0,34</b>	<b>1,75</b>	<b>-</b>	<b>37,30</b>	<b>115</b>	<b>130</b>
III	Nasyp budowlany Pospółka z otoczkami piaszkowca.	<b>nB (Po+KO)</b>	<b>zg</b>	mw	<b>0,67</b>	<b>1,85</b>	<b>-</b>	<b>39,30</b>	<b>170</b>	<b>190</b>
IV	Glina pylasta zwięzła z przewarstwieniami piasku gliniastego i śladami części organicznych.	<b>G<math>\pi</math>z //Pg+H</b>	<b>pl</b>	w	<b>0,42</b>	<b>1,90</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12,5</b>	<b>17,5</b>
V	Koluwium Glina zwięzła z rumoszem piaszkowca z przewarstwieniami piasku gliniastego i gliny piaszczystej.	<b>Gz +KRpc //Pg/Gp</b>	<b>pl</b>	w	<b>0,29</b>	<b>2,00</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>23</b>
VI	Glina zwięzła z rumoszem piaszkowca.	<b>Gz +KRpc</b>	<b>tpl</b>	mw	<b>0,16</b>	<b>2,10</b>	<b>18</b>	<b>15,30</b>	<b>22,5</b>	<b>32,5</b>
VII	Wietrzelnina łupka ilastego przewarstwianego piaszkowcem (iły pylaste)	<b>KW (li//pc) I<math>\pi</math></b>	<b>pzw</b>	mw	<b>-0,42</b>	<b>2,05</b>	<b>60</b>	<b>13</b>	<b>22</b>	<b>39</b>

### **Objaśnienia do tabeli**

Parametry geotechniczne warstw I i od IV do VII wyznaczone zostały metodą B, natomiast parametry warstw II i III metodą C wg normy **PN-81/B-03020**.

- 1) Grunty spoiste warstwy **VII** pod względem konsolidacji należą do **grupy D (iły niezależnie od pochodzenia)**.
- 2) Grunty spoiste warstwy **IV, V i VI** należą do **grupy C (inne grunty spoiste nieskonsolidowane)**.
- 3) Objasnienia symboli stanu w kolumnie – stan gruntu
  - pzw** – grunt półzwały
  - tpl** – grunt twaroplastyczny
  - pl** – grunt plastyczny
  - mpl** – grunt miękoplastyczny
- 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
  - $\rho$  – gęstość objętościowa gruntu
  - $\phi_u$  – kąt tarcia wewnętrznego
  - $E_\theta$  – moduł pierwotnego (ogólnego) odkształcenia gruntu,
  - $M_\theta$  – edometryczny moduł ścisłości pierwotnej (ogólnej)

Przedstawione wartości parametrów są wartościami średnimi i przy dalszych obliczeniach należy stosować współczynnik materiałowy  $\gamma_m$  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 w obrębie nasypu drogowego oraz poniżej w piaskach gliniastych zaliczonych do warstwy geotechnicznej nr IV. Stwierdzone sączenia wód pochodzą z infiltracji wody deszczowej w głąb podłoża gruntowego, w szczególności od strony przydrożnego rowu. Stosunki wodne na omawianej skarpie zależą od intensywności opadów i roztopów. Wody opadowe infiltrując przez nasypy i warstwę II prawdopodobnie powodują rozmywanie nasypu i pogorszenie jego parametrów geotechnicznych.

## **7. OCENA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH WRAZ Z PROGNOZĄ WPLYWU INWESTYCJI NA ŚRODOWISKO.**

Teren, na którym były prowadzone prace geotechniczne znajduje się przy drodze wojewódzkiej nr 975 (Nowy Sącz – Gródek nad Dunajcem) odcinek 280 w miejscowości Lipie. Pod względem morfologicznym omawiany teren znajduje się na wschodnim brzegu jeziora Rożnowskiego. Korona drogi znajduje się na rzędnej około 275 m n.p.m. i około 7 m nad poziomem jeziora. Droga zbudowana jest na nasypie miąższości około 4,5 m. Dalej na wschód teren stromo w górę do rzędnej około 285 m n.p.m.

Od kilku lat obserwuje się odkształcenia (osiadanie) nasypu drogowego polegające na stopniowym osiadaniu fragmentu jezdni. Proces ten nasila się w okresach intensywnych deszczy. W bieżącym roku zaobserwowano również powstanie niewielkiego osuwiska w skarpie nad drogą. Nisza oraz odkształcenia charakterystyczne dla jeziora osuwiska znajdują się nad rowem przydrożnym.

W przypadku nasypu drogowego obserwuje się osiadanie i pękanie nawierzchni, nie ma natomiast wyraźnych śladów przemieszczeń poziomych. Stwierdzono jedynie niewielkie uszkodzenia skarp nasypu zarówno od strony stoku – pochylenie barierki, jak i jeziora – pochylenie skrajnych odcinków murów oporowych. Przy ocenie przyczyn odkształcenia nasypu uwzględniono następujące informacje. Zasięg odkształceń jezdni asfaltowej ograniczony jest od południa i północy starym murem oporowym. Mur ten poza skrajnymi odcinkami które są lekko pochylone w kierunku jeziora, nie wykazuje uszkodzeń. W związku z tym można przyjąć że spełnia on zadanie zabezpieczenia nasypu drogowego. Nieznana jest głębokość posadowienia muru. Pod drogą znajduje się przepust drogowy odprowadzający wodę z rowu, jednak dno rowu nie jest uszczelnione. W północnej części badanego terenu zbudowano drogę dojazdową do posesji. Droga ta zamyka prześwit rowu, w związku z tym, powyżej drogi dojazdowej, po deszczach stagnują duże ilości wody które infiltrują w głąb nasypu. Na początku bieżącego roku wykonane zostało zabezpieczenie brzegu jeziora w postaci narzutu z bloków piaskowca uszczelnionych zaprawą. Po wykonaniu zabezpieczenia nastąpiło kolejne uszkodzenie nasypu drogowego, powierzchnia asfaltu osiadła o ok. 30 cm. Pomimo tego, nie powstały żadne uszkodzenia na wcześniej wykonanym zabezpieczeniu brzegu.

W związku z powyższym można stwierdzić że, po okresie bardzo intensywnych opadów w kwietniu i maju b.r. rozwinęły się niewielkie ruchy osuwiskowe na stoku powyżej nasypu drogowego. Osuwisko to ma charakter zsuwu. Inny charakter mają uszkodzenia nawierzchni drogi,

najprawdopodobniej następuje tutaj powolne wypłukiwanie drobnych frakcji nasypu przez wodę infiltrującą w nasypie, na skutek czego powstają pustki a następnie osiadanie górnej warstwy nasypu. Świadczy o tym wyraźnie rozluźniona warstwa nr II, oraz stwierdzone w tej warstwie sączenia wody. Sączenia te są niewielkie jednak prace były prowadzone w okresie bezdeszczowym. Na przekrojach geologiczno – inżynierskich zaznaczono czerwoną linią strefę odkształceń w obrębie nasypu drogowego. Należy również zwrócić uwagę na możliwość wypierania gruntów plastycznych, warstwy geotechnicznej nr IV, spod nasypu drogowego.

Ewentualne roboty budowlane (system kotwiący, drenaż) nie będą miały istotnego wpływu na środowisko. Ewentualna inwestycja należeć 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)

## **8. GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA.**

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

## **9. ZALECENIA DOTYCZĄCE ZABEZPIECZENIA SKARPY I ROBÓT ZIEMNYCH.**

1. Zaleca się uregulowanie stosunków wodnych, a w szczególności udrożnienie i uszczelnienie rowu od strony stoku. Wykonanie przepustu pod drogą dojazdową aby nie tworzyły się zastoiska w północnej części omawianego terenu. Prace te mają na celu zminimalizowanie infiltracji wody w nasyp drogowy i zahamowanie procesu sufozji.
2. Zaleca się częściową odbudowę nasypu drogowego i warstw podbudowy oraz nawierzchni drogi do głębokości około 1,0 m.
3. Zaleca się zeskalenie cementogruntem warstwy nasypu (warstwa geotechniczna nr II).
4. Należy rozważyć wzmocnienie warstwy geotechnicznej nr IV pod nasypem drogowym np. systemem pali lub cementacji.
5. Osuwisko na stoku ze względu na niewielkie rozmiary nie stanowi bezpośredniego zagrożenia dla drogi, w związku z tym zaleca się tylko zaprojektowanie odwodnienia powierzchniowego i odprowadzenie ich ściekiem skarpowym do rowu drogowego oraz obserwację rozwoju osuwiska.

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

## **10. 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 tego rejonu ma warunki skomplikowane natomiast ewentualne prace związane z zabezpieczeniem nasypu i skarpy zalicza się do trzeciej kategorii geotechnicznej.
2. W czasie prowadzenia badań terenowych stwierdzono występowanie niewielkiego osuwiska w zboczu nad drogą o charakterze zsuwu. Natomiast uszkodzenia drogi są najprawdopodobniej spowodowane zjawiskiem sufozji w warstwach nasypu drogowego.
3. Wyodrębniono 7 warstw geotechnicznych, w tym trzy warstwy nasypu drogowego (warstwy nr I, II i III), warstwę gruntów powstałą w wyniku sedymentacji wodnej, prawdopodobnie jeziornej (nr IV), warstwę glin zwięzłych powstałych z wietrzliny warstw fliszowych (nr VI), warstwa koluwium (nr V) wykształcona w warstwie glin zwięzłych, najniżej zalega warstwa zwietrzliny łupków ilastych przewarstwionych piaskowcami (nr VII).
4. Grunty warstw geotechnicznych I, II i III są gruntami antropogenicznymi których parametry mogą wahać się w dużym zakresie.
5. Warstwa wietrzliny łupka (warstwa VII) posiada dobre parametry geotechniczne, są to nienaruszone grunty nośne, mogące stanowić podłoże dla systemu zabezpieczeń.
6. Najważniejsze znaczenie dla stabilności w przyszłości budowli drogowej ma odcięcie dopływu wody do warstw nasypu i gruntów rodzimych w podłożu. Wody deszczowe powinny być odprowadzone do rowu przy drodze i dalej przepustem w kierunku jeziora.
7. Uszkodzenia nawierzchni drogi powodują następujące czynniki:
  - intensywne opady deszczu,

- stałe pogarszanie parametrów geotechnicznych nasypu spowodowane wymywaniem drobnych frakcji,
  - zwiększanie intensywności ruchu i obciążeń drogi.
8. Należy zabezpieczyć osuwisko powstałe po ulewnych deszczach w kwietniu i maju b.r. w zboczu nad drogą, poprzez wykonanie odwodnienia powierzchniowego oraz prowadzić okresowe obserwacje procesu osuwiskowego.
9. Ze względu na występowanie skomplikowanych warunków geologicznych w obrębie podłoża, zaleca się prowadzenie wszelkich robót mających na celu zabezpieczenia skarpy pod nadzorem geologa.
10. Głębokość strefy przemarzania dla tego rejonu wynosi  $h_z = 1,20$  m.

## **LITERATURA I MATERIAŁY POMOCNICZE**

1. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000 Arkusz 1018 - Męcina – opracowanej przez. J. Burtan, J. Golonka, N. Oszczytko, Z. Paul, A. Ślęczka – Wydawnictwa Geologiczne 1980.
2. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:200 000 Arkusz Nowy Sącz, A mapa utworów powierzchniowych, B mapa bez utworów czwartorzędowych – opracowanej przez. J. Burtan, J. Golonka, N. Oszczytko, Z. Paul, A. Ślęczka – Wydawnictwa Geologiczne 1981.
3. Rozp. MSWiA z dnia 24.09.1998 **„W sprawie ustalenia warunków posadowienia obiektów budowlanych”** (Dz. U. Nr 126 poz. 839).
4. 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.)
5. PN-81/B-03020 **„Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednio budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie”**.
6. PN-88/B-04481 **„Grunty budowlane. Badania próbek gruntu”**
7. PN-86/B-02480 **„Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów”**.
8. **„Instrukcja obserwacji i badań osuwisk drogowych”** pod redakcją inż. Juliusza Nowackiego, Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych Warszawa 1999