

**OPINIA GEOTECHNICZNA**  
**wraz z**  
**DOKUMENTACJĄ BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO**  
**dla projektowanego odcinka drogi z przepustem**  
**wzdłuż ulicy Mochnaniec w Krakowie.**

<b>Obiekt:</b>	Budowa odcinka drogi z przepustem wzdłuż ulicy Mochnaniec
<b>Miejscowość:</b>	Kraków
<b>Zlewnia:</b>	rzeki Wisły
<b>Podmiot, który zlecił i sfinansował wykonanie dokumentacji:</b>	Biuro Projektowo-Usługowe „PROJMAR” Marcin Kisiel 30-002 Kraków, ul. Zbożowa 5a/2

**Opracował:**

.....

**Kraków, wrzesień 2017**

# Spis treści

## I. CZĘŚĆ OPISOWA

1. Podstawa opracowania
2. Wprowadzenie
3. Cel i zakres opracowania
4. Przeprowadzone prace geotechniczne
5. Budowa geologiczna
6. Konstrukcja jezdni
7. Charakterystyka warunków geotechnicznych podłoża dla posadowienia odcinka drogi
8. Charakterystyka warunków geotechnicznych podłoża dla posadowienia przepustu drogowego
9. Warunki hydrogeologiczne
10. Wnioski

## II. CZĘŚĆ GRAFICZNA (ZAŁĄCZNIKI)

1. Lokalizacja robót geotechnicznych
- 2.1.-2.6. Lokalizacja otworów badawczych
- 3.1.- 3.9. Karty dokumentacyjne otworów badawczych
4. Karta dokumentacyjna sondowania sondą SLVT
5. Profil podłużny
6. Zestawienie parametrów warstw geotechnicznych - tabela

## Informacje ogólne

- |  |   |
|--|---|
| <b>1. Rodzaj opracowania:</b>                                | Sprawozdanie z przeprowadzonych robót geotechnicznych   |
| <b>2. Cel prac:</b>  | Określenie warunków gruntowych w oparciu o badania geotechniczne  |
| <b>3. Zakres opracowania:</b>                                | Określenie na podstawie wyników wierceń geologiczno-inżynierskich, badań makroskopowych budowy geologicznej terenu inwestycji, warunków hydrogeologicznych, parametrów wytrzymałościowych gruntu. |
| <b>4. Podstawa opracowania:</b>                              | Zlecenie ustne  |
| <b>5. Podmiot, który sfinansował wykonanie dokumentacji:</b> | Biuro Projektowo-Usługowe „PROJMAR”<br>Marcin Kisiel<br>30-002 Kraków, ul. Zbożowa 5a/2   |
| <b>6. Wykonawca prac:</b>                                    | P.I. „GEDROM” Michał Kozakiewicz<br>ul. Batalionu „SKAŁA” A.K. 4A/32 Kraków<br>tel. 535-479-500<br>upr. geol. MŚ nr VII-1448  |

## **I. CZĘŚĆ OPISOWA**

### **1. Podstawa opracowania**

Przedmiotowe opracowanie sporządzono na podstawie zlecenia ustnego. W zleceniu określono wykonanie rozpoznania, punktowo wybranych miejsc na projektowanej trasie, podłoża gruntowego dla budowy drogi wzdłuż ulicy Mochnaniec w Krakowie.

### **2. Wprowadzenie - opis zagospodarowania**

Przedmiotowe opracowanie zostało wykonane na terenie działek drogowych w Krakowie wzdłuż ulicy Mochnaniec. Roboty geotechniczne wykonano w miejscach wskazanych przez Zlecającego.

### **3. Cel i zakres opracowania**

Celem niniejszego opracowania, zgodnie z zadaniem postawionym przez Zlecającego, było wykonanie badań geotechnicznych podłoża gruntowego w punktach wskazanych przez Zleceniodawcę. Zadanie to wykonano we wrześniu 2017 w jednym etapie odwierając w tym celu sześć otworów badawczych w konstrukcji jezdni, pogłębionych do głębokości 2 m ppt każdy. Dodatkowo wykonano 3 otwory w poboczu projektowanego odcinka drogi, z czego dwa do głębokości 2 m ppt każdy oraz trzeci zlokalizowany w pobliżu przepustu do głębokości 3,4 m ppt. Łączna długość odwierconych otworów wyniosła około 19,5 mb. W trakcie wierceń poddano analizie rdzenie konstrukcji drogi oraz wykonano badania makroskopowe gruntów, a także obserwacje hydrogeologiczne.

### **4. Przeprowadzone prace geotechniczne**

We wrześniu 2017 r. zrealizowano prace zgodnie z założonym programem. Odwierty w konstrukcji jezdni wykonano wiertnicą mechaniczną pobierając z każdego otworu rdzenie. Pogłębienie otworów do głębokości 2 m ppt wykonano penetrometrem ręcznym. Wykonano łącznie sześć otworów badawczych nr OB-1, OB-2, OB-3, OB-4, OB-5 oraz OB-6 o łącznej długości 12,0 mb. Lokalizację otworów przedstawiono na załącznikach nr 1 i 2.1 – 2.6. Dodatkowo wykonano 3 otwory w poboczu projektowanego odcinka drogi, z czego dwa do głębokości 2 m ppt każdy oraz trzeci zlokalizowany w pobliżu przepustu do głębokości 3,4 m ppt.

Łączna długość odwierconych otworów wyniosła około 19,5 mb. Roboty wiertnicze prowadzone były z pełną obsługą geologiczną dokonując bieżącego profilowania otworów wraz z badaniami makroskopowymi.

## **5. Budowa geologiczna, morfologia terenu**

Obszar objęty rozpoznaniem geologicznym jest położony (według podziału M. Książkiewicza) w obrębie rowu tektonicznego tak zwanego Zapadliska Przedkarpackiego. Utwory czwartorzędowe reprezentowane są głównie przez osady rzeczne. W wyniku wierceń w obrębie obszaru objętego badaniami stwierdzono występowanie glin, glin piaszczystych, glin zwięzłych, iłów oraz namulów gliniastych. Gliny bądź gliny piaszczyste występują we wszystkich otworach odwierconych w konstrukcji drogi pogłębionych do 2 m ppt w przedziale głębokościowych od około 0,4 do 2,0 m ppt. Charakteryzują się barwą brunatną, brązową lub szaro-brązową. W otworach OB-7 oraz OB-8 odwierconych w poboczu drogi gliny zastąpione są glinami zwięzłymi barwy brązowo-szarej. Poniżej glin zwięzłych w otworze OB-7 nawiercono utwory ilaste barwy szarej. Występują one na głębokości 1,1 m ppt i nie zostały przewiercone. W wyniku prowadzonych obserwacji stwierdzono również występowanie na terenie objętym rozpoznaniem geologicznym namulów gliniastych i piaszczystych oraz torfów, które nawiercono w otworach OB-2 i OB-8 oraz namulów gliniastych w otworze OB-5.

Rzędne wysokościowe w rejonie objętym badaniami wahają się w zakresie od 224,60 m npm do około 230,90 m npm w części wschodniej obszaru.

## **6. Konstrukcja jezdni**

Konstrukcję istniejącej drogi scharakteryzowano na podstawie pobranych rdzeni z otworów OB-1 – OB-6. Konstrukcja drogi zbudowana jest z warstwy bitumicznej na podbudowie z tłucznia. Szczegółowy opis budowy konstrukcji drogi w otworach, a także podbudowy z kruszywa przedstawiono poniżej.

### Otwór OB-1

- warstwa asfaltu o grubości 6 cm
- nasyp niebudowlany (kr slag recykling frakcja 0-63 mm), warstwa o grubości 74 cm,

### Otwór OB-2

- warstwa asfaltu o grubości 10 cm
- nasyp niebudowlany (kr wap frakcja 0-31 mm) – warstwa o grubości 40 cm, bardzo trudno zwiercalna (kategoria VI urabialności)

### Otwór OB-3

- warstwa asfaltu o grubości 4 cm
- nasyp niebudowlany (kr wap. frakcja 0-31 mm) - warstwa o grubości 38 cm, zbita, trudno zwiercalna (kategoria VI urabialności)

### Otwór OB-4

- warstwa asfaltu o grubości 4 cm
- nasyp niebudowlany (kr, frakcja 0-31mm) o grubości 11 cm
- nasyp niebudowlany (kr ślag recykling, frakcja 0-63 mm), warstwa o grubości 10 cm,
- nasyp niebudowlany (kr wap. frakcja 0-63 mm) – warstwa o grubości 35 cm, zbita trudno zwiercalna (kategoria VI urabialności)

### Otwór OB-5

- warstwa asfaltu o grubości 4 cm
- nasyp niebudowlany (kr, frakcja 0-31mm) warstwa o grubości 15 cm,
- nasyp niebudowlany (kr ślag recykling, frakcja 0-63 mm), warstwa o grubości 20 cm,
- nN (Ps) o grubości 71 cm
- nasyp niebudowlany (kr wap., frakcja 0-31 mm) – warstwa o grubości 10 cm,

### Otwór OB-6

- warstwa asfaltu o grubości 14 cm
- nasyp niebudowlany (kr wap., frakcja 0-40 mm) warstwa o grubości 20 cm, zbita, trudno zwiercalna (kategoria VI urabialności)

## **7. Charakterystyka warunków geotechnicznych dla posadowienia odcinka drogi**

Ze względu na rodzaj i stan gruntu wydzielono warstwy geotechniczne. Podział obejmuje cztery warstwy geotechniczne.

W związku ze zleceniem dla branży drogowej, generalizuje się i przyporządkowuje się utwory do poszczególnych grup nośności podłoża posługując się tabelą a) punktu 3.3. załącznika 4 Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999.

Poniżej przedstawia się charakterystykę warstw geotechnicznych:

**Warstwa geotechniczna nr Ia** to nawierzchnie drogowe bitumiczne, których miąższość jest zmienna i waha się w graniach 4cm- 14 cm.

**Warstwa geotechniczna nr Ib** to nasypy niebudowlane konstrukcyjne zbudowane z kruszywa ślag recycling o frakcji do około 63 mm lub kruszywa wapiennego frakcji do 63 mm. Miąższość warstwy jest zmienna i waha się w granicach 0,2 – 0,75 m. Warstwę tą przyporządkowuje się do kategorii VI urabialności.

**Warstwa geotechniczna nr Ic** to nasypy niebudowlane wykonane z piasków humusowych i piasków o miąższości około 0,6 m.

**Warstwa geotechniczna nr Id** to nasypy niebudowlane zbudowana z glin wymieszanych z żużlem, w obrębie których występują okruchy wapienne i krzemienie. Miąższość warstwy wynosi 0,8 m.

**Warstwę geotechniczną nr IIa** budują gliny zwarte twardoplastyczne. Wartość parametru  $I_L$  charakteryzującego utwory wynosi 0,20. Grunty te należy zaliczyć do utworów wysadzinowych. Ze względu na charakter występujących gruntów i przeciętne warunki wodne warstwę geotechniczną nr IIa zaliczono do grupy nośności podłoża G3.

**Warstwę geotechniczną nr IIb** budują gliny i gliny piaszczyste twardoplastyczne i półzwarte. Wartości parametru  $I_L$  charakteryzującego utwory zawierają się w przedziale 0,05 – 0,20. Grunty te należy zaliczyć do utworów bardzo wysadzinowych. Ze względu na charakter występujących gruntów i przeciętne warunki wodne warstwę geotechniczną nr IIb zaliczono do grupy nośności podłoża G4.

**Warstwę geotechniczną nr IIc** budują gliny piaszczyste i piaski gliniaste występujące jako utwory plastyczne. Wartości parametru  $I_L$  charakteryzującego utwory zawierają się w przedziale 0,25 – 0,40. Grunty te należy zaliczyć do utworów bardzo wysadzinowych. Ze względu na charakter występujących gruntów i przeciętne warunki wodne warstwę geotechniczną nr IIc zaliczono do grupy nośności podłoża G4.

**Warstwę geotechniczną nr IId** budują gliny występujące jako utwory plastyczne/miękkoplastyczne. Wartość parametru  $I_L$  charakteryzującego utwory wynosi 0,50. Grunty te należy zaliczyć do utworów bardzo wysadzinowych. Ze względu na charakter występujących gruntów i przeciętne warunki wodne warstwę geotechniczną nr IId zaliczono do grupy nośności podłoża G4.

**Warstwę geotechniczną nr III** budują ropy szarej występujące w stanie twardoplastycznym lub półzartym Grunty te należy zaliczyć do utworów wysadzinowych. Ze względu na charakter występujących gruntów i przeciętne warunki wodne warstwę geotechniczną nr III zaliczono do grupy nośności podłoża G3.

**Warstwę geotechniczną nr IV** budują namuły gliniaste i piaszczyste oraz torfy. Są to utwory występujące w stanie twardoplastycznym, plastycznym i miękkoplastycznym. Należy zwrócić uwagę na niekorzystne parametry wytrzymałościowe tej warstwy w związku z projektowanym w tym miejscu przepustem pod drogą.

Zbiorcze zestawienie parametrów warstw geotechnicznych zawiera tabela I.

Tabela I. Zestawienie parametrów warstw geotechnicznych

Numer warstwy geotechnicznej/ Grupa nośności podłoża nawierzchni	Rodzaj gruntu	Stan gruntu	Id	$I_L$	$\varphi_u^{(n)}$ [°]	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$E_o^{(n)}$ [MPa]	$M_o^{(n)}$ [MPa]
Ia	Asf	-	-	-	-	-	-	-
Ib	nN(kr wap, kr ślag recykl)	-	-	-	-	-	-	-
Ic	nN (P, PH)	-	-	-	-	-	-	-
Id	nN (G+KR)	-	-	-	-	-	-	-
Ila/G3	Gz	tpl	-	0,20	14,8	17,0	20,6	29,4
Ilb/G4	G, Gp	tpl, pzw	-	0,18	15,1	17,8	21,5	30,8
Ilc/G4	Gp	pl	-	0,25	14,0	15,0	18,4	26,3
Ild/G4	G	pl/mpl	-	0,50	10	8,6	11,0	15,7
III/G3	I	tpl, pzw	-	0,05	12,3	57,1	19,5	34,6
IV	Nmp, Nmg, T	tpl, pl, mpl	-	-	-	-	-	-



Uwagi do tabeli I:

<b>Objaśnienia rodzaju gruntu:</b>	<b>Objaśnienia stanu gruntu:</b>	<b>Objaśnienia symboli parametrów:</b>
asf – asfalt	mpl –	$I_L$ – stopień plastyczności
nN – nasypy	miękkoplastyczny	$I_d$ – stopień zagęszczenia
niebudowlane	pl – plastyczny	$c_u$ – spójność
G – gliny	tpl – twardoplastyczny	$\phi_u$ – kąt tarcia wewnętrznego
Gp – gliny piaszczyste	pzw – półzwarty	$E_o$ – moduł pierwotnego (ogólnego) odkształcenia gruntu
Gz – gliny zwarte		$M_o$ – edometryczny moduł ścisłości pierwotnej (ogólnej)
I – ropy		$X_u^{(n)}$ – wartość charakterystyczna parametru geotechnicznego
Pg – piaski gliniaste		
Nmg – namuły gliniaste		
Nmp – namuły piaszczyste		
T – torfy		

## 8. Charakterystyka warunków geotechnicznych podłoża dla posadowienia wylotu przepustu drogowego

Ponieważ projekt zakłada także rozpoznanie geotechnicznych warunków posadowienia dla przebudowy przepustu drogowego w miejscu planowanej jego lokalizacji wykonano otwór badawczy OB-8. W podłożu do głębokości 0,8 m ppt. nawiercono nasyp niebudowlany, zbudowany z piasków – warstwa geotechniczna nr Ic, pod którym zalega 0,5 m warstwa plastycznych glin zwartych – warstwa geotechniczna nr IIC. Na głębokości 1,3 m ppt nawiercono namuły gliniaste, namuły piaszczyste oraz torfy o bardzo niekorzystnych parametrach wytrzymałościowych, które zaliczono do warstwy geotechnicznej nr IV. Miąższość tych utworów wynosi 1,6 m. Poniżej na głębokości 2,9 m ppt zalega warstwa glin piaszczystych twardoplastycznych o miąższości około 0,3 m. Stopień plastyczności tych utworów wynosi  $I_L=0,1$ . Pod warstwą glin piaszczystych nawiercono warstwę glin półzwartych o stopniu plastyczności  $I_L=0,05$  do głębokości 3,4 m ppt. Warstwa nie została przewiercona.

Dodatkowo przy otworze badawczym OB-8 przeprowadzono sondowanie sondą SLVT mające na celu określenie wytrzymałości gruntu na ścinanie. Sondowanie polega na rejestracji wartości momentu obrotowego końcówki krzyżakowej odczytanego z klucza dynamometrycznego na głębokościach przyjętych zgodnie z wydzieleniem warstw geotechnicznych. Wyniki badania przedstawiono w tabeli zamieszczonej poniżej.

Rodzaj gruntu	Głębokość na jakiej wykonano sondowanie	Wartość momentu obrotowego M [Nm]	Wartość wytrzymałości gruntu na ścinanie $\tau_{fu}$ [MPa]	$I_L$
Gz	0,9	8	0,030	0,60
Nm/T	1,4	12	0,045	0,48
Nmp	1,8	26	0,097	0,17
Nmp	2,2	20	0,075	0,30
Nmg+T	2,6	22	0,083	0,27
Gp	3,0	48	0,18	0
G	3,2	140	0,52	0

W trakcie prowadzenia odwiertu nr OB-8 odnotowano położenie swobodnego ustabilizowanego zwierciadła wód podziemnych na głębokości 2,2 m ppt.

Na podstawie przeprowadzonego rozpoznania podłoża gruntowego dla posadowienia przepustu drogowego określa się proste warunki geotechniczne i II kategorię geotechniczną.

## 9. Warunki hydrogeologiczne

Obszar objęty badaniami należy według podziału hydrogeologicznego (wg Paczyńskiego, 1995) do subregionu przedkarpackiego. Znajduję się w zlewni rzeki Wisły, która wymusza kierunek przepływu wód podziemnych stanowiąc naturalną bazę drenażową. Swobodne zwierciadło wód podziemnych występujące w obrębie utworów czwartorzędowych na głębokości kilku metrów odwzorowuje morfologię terenu.

W trakcie wierceń prowadzone było rozpoznanie hydrogeologiczne. Stwierdzono występowanie sączeń wód podziemnych na głębokościach od 1m ppt do 1,8 m ppt. Zwierciadło swobodne wód podziemnych stabilizuje na poziomie 1,85 – 2,2 m ppt i jego poziom może ulec wahaniom.

## 10. WNIOSKI.

1. Na zlecenie Biura Projektowo-Usługowego „PROJMAR” Marcin Kisiel, 30-002 Kraków, ul. Zbożowa 5a/2, wykonano badania geotechniczne podłoża gruntowego dla przebudowy przepustu drogowego oraz projektowanej budowy drogi wzdłuż ulicy Mochnaniec w Krakowie.
2. Wykonano sześć otworów badawczych w drodze o łącznej długości 12,0 mb oraz dodatkowo trzy otwory w poboczu drogi o łącznej długości 7,4 m. Podczas prowadzenia wierceń wykonano badania makroskopowe oraz obserwacje hydrogeologiczne.
3. Rozpoznano również warunki geotechniczne w miejscu projektowanego przepustu, gdzie pod warstwą nasypów niebudowlanych i glin zwięzłych nawiercono grunty o niekorzystnych parametrach wytrzymałościowych, które stanowią namuły gliniaste, namuły piaszczyste oraz torfy podścielone glinami twardoplastycznymi.
4. Niniejszą opinię geotechniczną wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego wykonano zgodnie z aktualnym rozporządzeniem MTBiGM (Dz.U. poz 463) z dnia 25 kwietnia w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych oraz rozporządzeniem MTiGM (Dz.U. nr 43 poz.430) z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.
5. Uogólniając, nawiercone utwory, zalicza się do gruntów bardzo wysadzinowych, mało wysadzinowych i niewysadzinowych o przeciętnych warunkach wodnych.
6. Generalnie badane grunty można zakwalifikować do grupy nośności podłoża **G1, G3 i G4**. Szczegółowe przyporządkowanie do danych grup nośności podłoża opisano w punkcie nr 7, natomiast graficzne przedstawienie zamieszczono w załącznikach nr 3.1. - 3.9. na kartach dokumentacyjnych otworów badawczych oraz na profilu – załączniku nr 5.
7. Na podstawie przeprowadzonego rozpoznania podłoża gruntowego dla posadowienia wylotu przepustu drogowego określa się **proste warunki gruntowe i II kategorię geotechniczną** w przypadku posadowienia na głębokości 3,0 m ppt tj. w utworach twardoplastycznych lub pływce, ale pod warunkiem wymiany gruntu na warstwy nośne z osiągnięciem stosownego tj. zgodnego z normami zagęszczenia gruntu.

## **II. CZĘŚĆ GRAFICZNA**

### **(ZAŁĄCZNIKI)**