

Geologika s.c.

Usługi Geologiczne P. Gorczyca J. Gorczyca

Tel. 508 292 372 , 516 019 605

Geotechniczne warunki posadowienia

dla zadania „Przebudowa drogi leśnej nr 0709 w Leśnictwie Rudniki”

Inwestor:

Nadleśnictwo Siewierz

ul. Łysa Góra 6

42-470 Siewierz

opracowali:

Jasło, styczeń 2019

SPIS TREŚCI

OPINIA GEOTECHNICZNA	4
1. OBIEKT	4
1.1 CEL BADAŃ	4
1.2 PODSTAWA OPRACOWANIA	4
1.3 UZGODNIENIA.....	4
2. POŁOŻENIE I MORFOLOGIA TERENU	4
3. ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ I WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH	5
3.1 BUDOWA GEOLOGICZNA	5
3.2 WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE	6
4. KATEGORIA GEOTECHNICZNA OBIEKTU BUDOWLANEGO	6
5. ZALECENIA I WNIOSKI.....	7
DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO	8
1. ZAKRES PRAC BADAWCZYCH	8
2. WARUNKI GEOTECHNICZNE.....	8
PROJEKT GEOTECHNICZNY	10
1. PROGNOZA ZMIAN WŁAŚCIWOŚCI GRUNTÓW W CZASIE	10
2. OKREŚLENIE OBLICZENIOWYCH PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH	10
3. OKREŚLENIE CZĘŚCIOWYCH WSPÓŁCZYNNIKÓW BEZPIECZEŃSTWA DLA OBLICZEŃ	10
4. OKREŚLENIE ODDZIAŁYWAŃ OD GRUNTU	10
5. PRZYJĘCIE MODELU OBLICZENIOWEGO PODŁOŻA GRUNTOWEGO.....	10
6. OKREŚLENIE NOŚNOŚCI I OSIADANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO.....	10
7. USTALENIE DANYCH DO ZAPROJEKTOWANIA FUNDAMENTU	10
8. WYKONAWSTWO ROBÓT ZIEMNYCH	10
9. ODDZIAŁYWANIE WODY GRUNTOWEJ NA OBIEKT	11
10. MONITORING PROJEKTOWANEGO OBIEKTU	11

Spis załączników

- 1.1 Mapa topograficzna z lokalizacją obszaru przeprowadzonych prac, skala 1:25000,
- 1.2a Wycinek Mapy Geologicznej Polski (Źródło PIG-PIB), Arkusz Kraków, skala 1:200000,
- 1.2b Objaśnienia do Mapy Geologicznej Polski (Źródło PIG-PIB), Arkusz Kraków,
- 2 Mapa dokumentacyjna z lokalizacją otworów badawczych, skala 1:10000,
- 3.1 – 3.2 Karty otworów badawczych, skala 1:10,
- 4.1 – 4.2 Wyniki badań sondą dynamiczną, skala 1:10,
- 5 Analiza uziarnienia gruntów,
- 6 Charakterystyczne parametry geotechniczne,

OPINIA GEOTECHNICZNA

1. Obiekt

1.1 Cel badań

Celem badań było rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych w podłożu projektowanej Inwestycji, która dotyczy przebudowy drogi leśnej nr 0709 w Leśnictwie Rudniki oraz określenie stopnia skomplikowania warunków gruntowych i kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego.

1.2 Podstawa opracowania

Podstawą opracowania są:

- wizja terenowa,
- wiercenia geotechniczne,
- wyniki badań laboratoryjnych,
- sondowania dynamiczne,
- Mapa Geologiczna Polski w skali 1:200 000, arkusz Kraków wraz z objaśnieniami,
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012 r., poz. 463),
- polskie Normy,
- literatura i materiały archiwalne.

1.3 Uzgodnienia

Zakres prac tj. liczba, lokalizacja i głębokość wyrobisk, został uzgodniony z Projektantem.

2. Położenie i morfologia terenu

Administracyjnie dokumentowany obszar zlokalizowany jest w województwie śląskim, powiecie zawierciańskim, w gminie Włodowice, w miejscowości Włodowice.

Pod względem fizjograficznym (J. Kondracki, 2002 r.) obszar badań położony jest w:

- prowincji – Wyżyny Polskie;
- podprowincji – Wyżyna Śląsko-Krakowska;
- makroregionu – Wyżyna Krakowsko-Częstochowska;
- mezoregionu – Wyżyna Częstochowska.

Analizowany obszar znajduje się w zlewni potoku Budzisko. Na podstawie danych Państwowej Służby Hydrogeologicznej teren przeprowadzonych badań znajduje się poza obszarem zagrożonym podtopieniami. Przedmiotowa inwestycja znajduje się na obszarze otuliny Parku Krajobrazowego Orlich Gniazd. Teren przeprowadzonych prac znajduje się poza obszarami i terenami górniczymi.

Ogólna lokalizacja obszaru badań przedstawiona została na mapie topograficznej w skali 1 : 25 000 (załącznik nr 1.1).

3. Zarys budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych

3.1 Budowa geologiczna

Według Mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000 – arkusz Kraków (załącznik nr 1.2a) w budowie geologicznej omawianego terenu biorą udział dwa piętra strukturalne - waryscyjskie piętro fałdowe, zbudowane ze skał paleozoicznych i alpejskie piętro pokrywowe, zbudowane ze skał mezozoicznych oraz cienka i nieciągła pokrywa utworów kenozoicznych.

Piętro waryscyjskie zbudowane jest ze sfałdowanych utworów kambru, syluru, dewonu i karbonu dolnego. Wiek zmetamorfizowanych łupków iłowcowo-mułowcowych występujących w jądrach antyklin określany jest na kambro-sylur. Utwory paleozoiczne pocięte są licznymi intruzjami skał magmowych (granitoidy, dacyty, diabazy, andezyty, lamprofiry). Na ściętych erozyjnie utworach paleozoiku zalegają epikontynentalne utwory triasu i jury, budujące fragment monokliny śląsko-krakowskiej. Płyta monokliny pocięta jest licznymi uskokami o przebiegu północny wschód – południowy zachód. Osady triasu dolnego i środkowego wykształcone są w postaci cienkiej i nieciągłej warstwy piaskowców i mułowców z gipsami oraz kompleksu skał węglanowych (wapieni i dolomitów). Trias górny reprezentuje kompleks skał iłowcowo-mułowcowych, w stropie którego lokalnie pojawia się warstwa tzw. wapieni woźnickich. Utwory jury dolnej to tzw. żwiry połomskie oraz piaski, ily (z węglem brunatnym), mułowce i piaskowce. Utwory jury środkowej wykształcone są w postaci: tzw. piaskowców kościeliskich, mułowców i iłowców (ze sferysyderytami) tzw. warstw rudonośnych. Utwory jury górnej są to różne typy wapieni.

Utwory trzeciorzędu, wykształcone są w postaci tzw. „piasków formierskich” (glin, piasków i rumoszy krzemiennych). Wypełniają one liczne zagłębienia genezy krasowej. Utwory czwartorzędowe zalegają ciągłą pokrywą. Wykształcone są głównie jako piaski i żwiry rzeczne, a na wyższych tarasach - piaski i żwiry fluwioperyglacjalne, lokalnie zwydmione.

Wykonanymi pracami badawczymi w podłożu stwierdzono występowanie utworów czwartorzędowych wykształconych w postaci gruntów niespoistych: piasków średnich, piasków drobnych oraz w postaci gruntów organicznych - namułów. Szczegółową budowę podłoża gruntowego w rejonie projektowanej inwestycji przedstawiają karty otworów badawczych (załącznik nr 3.1 ÷ 3.2).

3.2 Warunki hydrogeologiczne

Teren badań położony jest poza obszarami Głównych Zbiorników Wód Podziemnych. Obszar planowanej inwestycji położony jest w rejonie wodnym Warty, w obrębie Jednolitych Części Wód Podziemnych - JCWPd 99.

Podczas prowadzenia prac terenowych stwierdzono występowanie zwierciadła wód gruntowych w osadach czwartorzędowych. Zbiornicze zestawienie warunków hydrogeologicznych przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 1. Warunki hydrogeologiczne

Lp.	Otwór badawczy	Litologia	Poziom nawiercony [m p.p.t.]	Poziom ustabilizowany [m p.p.t.]	Sączenia [m p.p.t.]
1	1	Pd	1,6	1,6	-
2	2	Ps	0,5	0,5	-

Poziom wód gruntowych uzależniony jest od panujących warunków atmosferycznych. Podczas długotrwałych opadów atmosferycznych lub w okresie topnienia pokrywy śnieżnej wody gruntowe podnoszą się, a w czasie suszy obniżają się.

4. Kategoria geotechniczna obiektu budowlanego

Na podstawie otworów geotechnicznych i wizji terenowej stwierdzono, na analizowanym terenie występowanie gruntów mineralnych wykształconych jako:

- grunty niespoiste: piasek średni z domieszką humusu, piasek średni, piaski drobne w stanie średnio zagęszczonym;
- grunty organiczne: namuły.

Grunty niespoiste występujące w podłożu stanowią dobre podłoże dla posadowienia projektowanej Inwestycji.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012, poz. 463) ze względu na stwierdzone **proste warunki gruntowo – wodne** w poziomie posadowienia obiektu (przy posadowieniu inwestycji poniżej gruntów organicznych tj. poniżej I warstwy geotechnicznej oraz pod warunkiem posadowienia obiektu powyżej występowania wód podziemnych), proponuje się przyjęcie **I kategorii geotechnicznej** dla przedmiotowej Inwestycji. W trakcie projektowania przy zmianie poziomu posadowienia obiektu, lub w trakcie budowy, przy stwierdzeniu innych od założonych warunków gruntowych,

kategoria geotechniczna obiektu może ulec zmianie. Ostatecznie kategorię geotechniczną określi Projektant po zapoznaniu się z niniejszą opinią.

5. Zalecenia i wnioski

- Prace wykonano na zlecenie Cursus Projekt Marcin Ludwig z siedzibą przy ulicy Spokojnej 14, 44-171 Pławniowice. Celem niniejszego opracowania było rozpoznanie podłoża gruntowo – wodnego dla zadania „Przebudowa drogi leśnej nr 0709 w Leśnictwie Rudniki”. Inwestorem projektowanego przedsięwzięcia jest Nadleśnictwo Siewierz z siedzibą przy ulicy Łysa Góra 6, 42-470 Siewierz. Zakres rzeczowy zawarty w niniejszym opracowaniu tj. zakres przeprowadzonych badań, ilość i głębokość otworów badawczych oraz ich lokalizacja został ustalony ze Zleceniodawcą.

- Podłoże gruntowe rozpoznano w 2 punktach badawczych do głębokości 2,0 m p.p.t.

- Na badanym obszarze występują proste warunki gruntowe. Zaleca się posadowienie obiektu poniżej gruntów organicznych tj. I warstwy geotechnicznej.

- Podczas prowadzenia prac terenowych zaobserwowano występowanie zwierciadła wód gruntowych w osadach czwartorzędowych. Zwierciadło wód gruntowych ma charakter swobodny.

- Poziom wód gruntowych ulega okresowym wahaniom i jest mocno związany z panującymi warunkami atmosferycznymi. Podczas długotrwałych opadów atmosferycznych i w trakcie topnienia pokrywy śnieżnej podnosi się, a podczas suszy ulega obniżeniu.

- Głębokość przemarzania gruntów dla omawianego rejonu wg PN/B/03020 wynosi 1,0 m p.p.t;

- Nie stwierdzono niekorzystnych zjawisk i procesów destabilizujących podłoże gruntowe. Obszar objęty badaniami znajduje się poza terenem zaliczanym do „obszarów zagrożonych podtopieniami” (geoportal e-PSH).

- Wszelkie wykopy należy zabezpieczyć przed napływem wód opadowych oraz gruntowych. Prace ziemne należy wykonywać w odpowiednim czasie, tak aby nie dopuścić do zamoknięcia oraz przemarzania gruntów w dnie wykopu i na skarpach. Wszelkie prace ziemne powinny być prowadzone pod nadzorem uprawnionego geologa.

DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO

1. Zakres prac badawczych

Badania wykonano zgodnie z normami:

- ✓ PN-81/B-03020
- ✓ PN-B-02479:1998
- ✓ PN-86/B-02480
- ✓ PN-B-02481:1998
- ✓ PN-B-04452:2002
- ✓ PN-88/B-04481

Prace terenowe obejmowały wykonanie rozpoznania w 2 punktach. Rozpoznanie wykonano przy pomocy otworów małośrednicowych do głębokości 2,0 m p.p.t. Łącznie wykonano 4,0 mb wierceń. Otwory dostarczyły informacji na temat wykształcenia, miąższości przewierconych utworów oraz warunków wodnych.

Podczas wykonywania wierceń dokonywano na bieżąco opisów makroskopowych cech gruntów, pobierano metodą B próbki gruntu z zachowaną wilgotnością i składem ziarnowym o klasie jakości 3 do strunowych worków foliowych. Wybrane próbki przekazane zostały do badań laboratoryjnych. Po wykonaniu niezbędnych pomiarów i obserwacji, otwory zlikwidowano urobkiem, z zachowaniem następstwa warstw. Maksymalna miąższość warstwy ubijanego urobku nie przekraczała 0,5 m. Teren prac uporządkowano i doprowadzono do stanu pierwotnego.

Zakres badań laboratoryjnych objął oznaczenie podstawowych własności fizycznych gruntów. Prace laboratoryjne obejmowały szczegółowo:

- analiza makroskopowa – wszystkie próbki gruntów,
- analiza uziarnienia gruntów – 1 próbka gruntu,

Badania przeprowadzono zgodnie z normą PN-88/B-04481.

2. Warunki geotechniczne

Charakterystykę warunków geotechnicznych przeprowadzono w oparciu o rezultaty prac terenowych, tj. wierceń, sondowań dynamicznych, badań makroskopowych próbek gruntów oraz wyniki badań laboratoryjnych i analizę materiałów archiwalnych, zgodnie z normami gruntowymi: PN-02/B-04452, PN-81/B-03020, PN-86/B-02480, PN-88/B-04481.

Parametr wiodący warstw geotechnicznych – stopień zagęszczenia I_D – ustalono metodą bezpośrednią A w rozumieniu normy PN-81/B-03020. Pozostałe parametry geotechniczne ustalono metodą pośrednią B tj. za pomocą związków korelacyjnych pomiędzy parametrami wiodącymi, a cechami mechaniczno-deformacyjnymi.

Na podstawie otworów geotechnicznych i wizji terenowej stwierdzono, na analizowanym terenie występowanie gruntów mineralnych wykształconych jako:

- grunty niespoiste: piasek średni z domieszką humusu, piasek średni, piaski drobne w stanie średnio zagęszczonym;
- grunty spoiste: glina piaszczysta przewarstwiona piaskiem średnim w stanie twaroplastycznym;
- grunty organiczne: namuły.

Grunty występujące w podłożu podzielono na warstwy geotechniczne, przyjmując jako podstawę podziału wydzielenia geologiczne, litologię oraz cechy fizyczno – mechaniczne gruntów. W podłożu budowlanym wydzielono 4 warstwy geotechniczne:

Warstwa I – namuł (Nm) – grunty słabonośne;

Warstwa IIa – piasek średni (Ps), piasek średni z domieszką humusu (Ps+H) w stanie średnio zagęszczonym – grunty nośne – $I_p=0,37$;

Warstwa IIb – piasek średni (Ps) w stanie średnio zagęszczonym – grunty nośne – $I_p=0,46$;

Warstwa IIc – piasek średni (Pd) w stanie średnio zagęszczonym – grunty nośne – $I_p=0,43$;

Charakterystyczne parametry geotechniczne dla wydzielonych warstw przedstawiono w załączniku nr 6.

Przed zastosowaniem do obliczeń podane parametry charakterystyczne należy pomnożyć przez współczynnik materiałowy, który wynosi 0,9 lub 1,1 w zależności od zastosowanych obliczeń przy czym należy przyjmować wartość bardziej niekorzystną.

PROJEKT GEOTECHNICZNY

1. Prognoza zmian właściwości gruntów w czasie

Na głębokości projektowanego posadowienia obiektu stwierdzono grunty niespoiste w stanie średnio zagęszczonym o $I_D=0,37 \div 0,46$. Grunty niespoiste nie są podatne na zmiany swoich właściwości w czasie. Podczas budowy należy dołożyć wszelkich starań by nie dopuścić do zaburzenia wilgotności gruntów. Prace budowlane należy prowadzić przy możliwie bezopadowej pogodzie, a wykopu zabezpieczyć przed zawilgoceniem lub zalaniem przez wodę opadową.

2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych

Charakterystyczne parametry geotechniczne dla wydzielonych warstw podano w załączniku nr 6. Przed zastosowaniem do obliczeń parametry charakterystyczne należy przemnożyć przez współczynnik materiałowy γ_m równy 0.9 lub 1.1 w zależności od zastosowanych obliczeń przy czym należy przyjmować wartość bardziej niekorzystną. Podane parametry należy też skorelować zgodnie z załącznikiem A do normy EN 1997-1:2004.

3. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa dla obliczeń

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa należy przyjmować zgodnie z załącznikiem B do normy EN 1997-1:2004.

4. Określenie oddziaływań od gruntu

W fazie wykonywania wykopów należy chronić grunty w dnie i skarpach wykopu fundamentowego przed przemarzaniem.

5. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego

Model pracy podłoża przy sprawdzaniu oporu granicznego podłoża należy rozpatrywać wg EN 1997-1:2004.

6. Określenie nośności i osiadania podłoża gruntowego

Osiadanie należy rozpatrywać zgodnie z załącznikiem F do normy EN 1997-1:2004.

7. Ustalenie danych do zaprojektowania fundamentu

Dane niezbędne do projektowania podano w załącznikach nr 2 – 6.

8. Wykonawstwo robót ziemnych

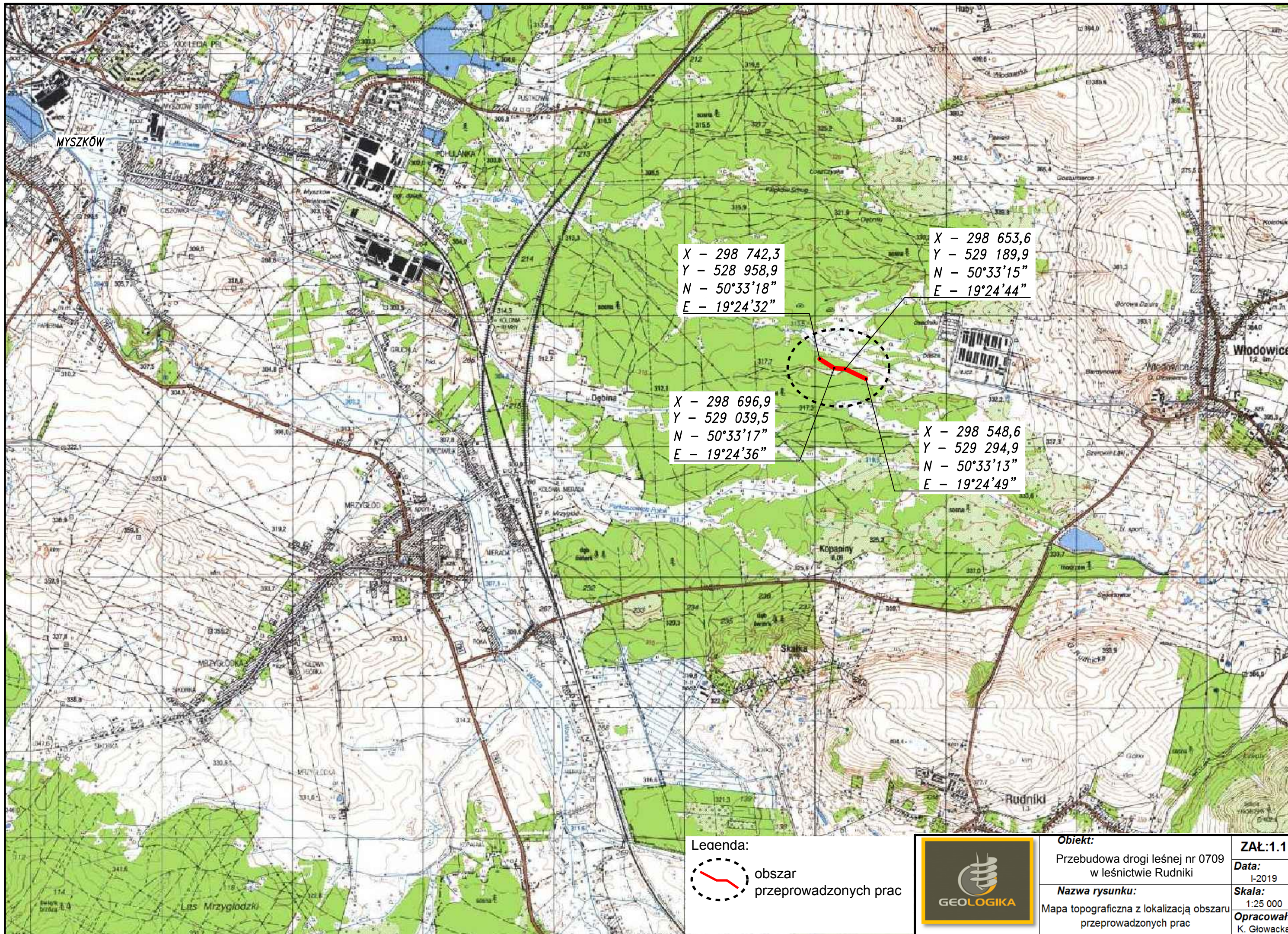
Roboty ziemne należy wykonywać zgodnie z normą PN-B-06050 „Geotechnika. Roboty ziemne”.

9. Oddziaływanie wody gruntowej na obiekt

Ze względu na rodzaj projektowanej inwestycji, w okresie eksploatacyjnym nie przewiduje się niekorzystnego oddziaływania wody gruntowej na projektowany obiekt. W trakcie prowadzenia prac terenowych zaobserwowano występowanie zwierciadła wód podziemnych w osadach czwartorzędowych.

10. Monitoring projektowanego obiektu

W związku z tym, że obiekty zaliczono do I kategorii geotechnicznej w prostych warunkach gruntowych nie ma obowiązku prowadzenia monitoringu projektowanego obiektu.




X - 298 742,3
 Y - 528 958,9
 N - 50°33'18"
 E - 19°24'32"

X - 298 653,6
 Y - 529 189,9
 N - 50°33'15"
 E - 19°24'44"

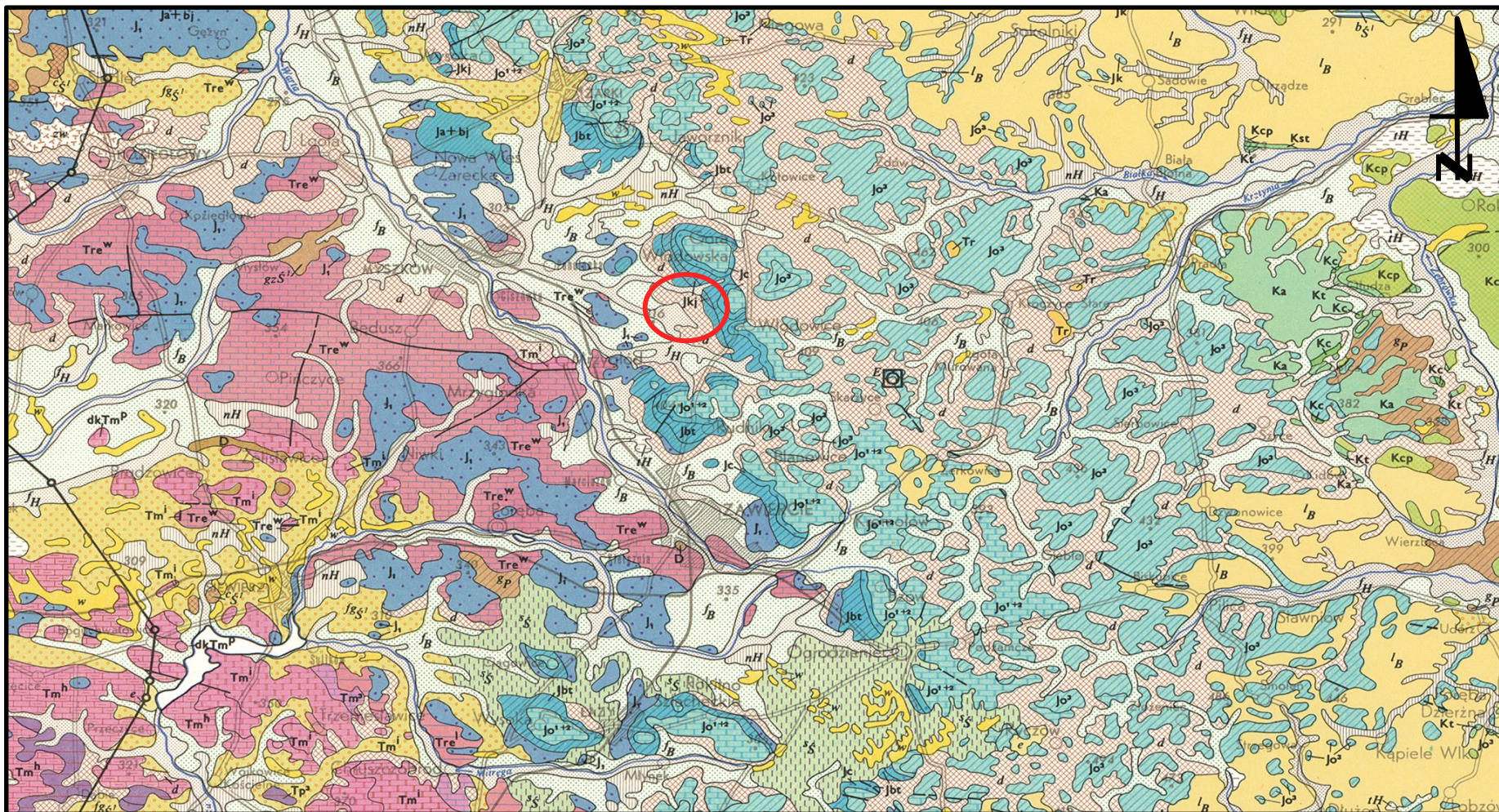
X - 298 696,9
 Y - 529 039,5
 N - 50°33'17"
 E - 19°24'36"

X - 298 548,6
 Y - 529 294,9
 N - 50°33'13"
 E - 19°24'49"

Legenda:
 obszar przeprowadzonych prac



Obiekt: Przebudowa drogi leśnej nr 0709 w leśnictwie Rudniki	ZAŁ:1.1
Nazwa rysunku: Mapa topograficzna z lokalizacją obszaru przeprowadzonych prac	Data: I-2019
	Skala: 1:25 000
	Opracował: K. Głowacka

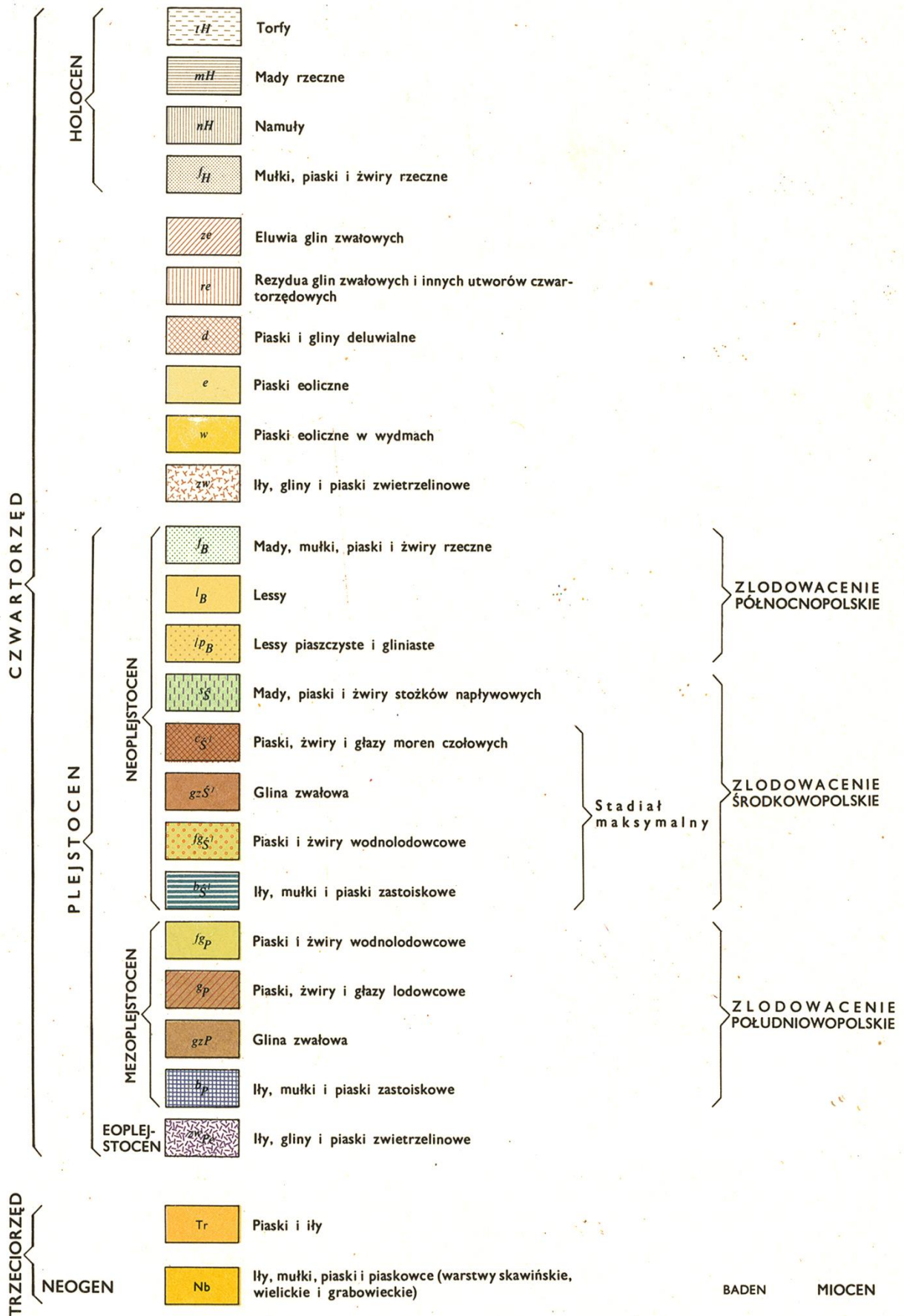


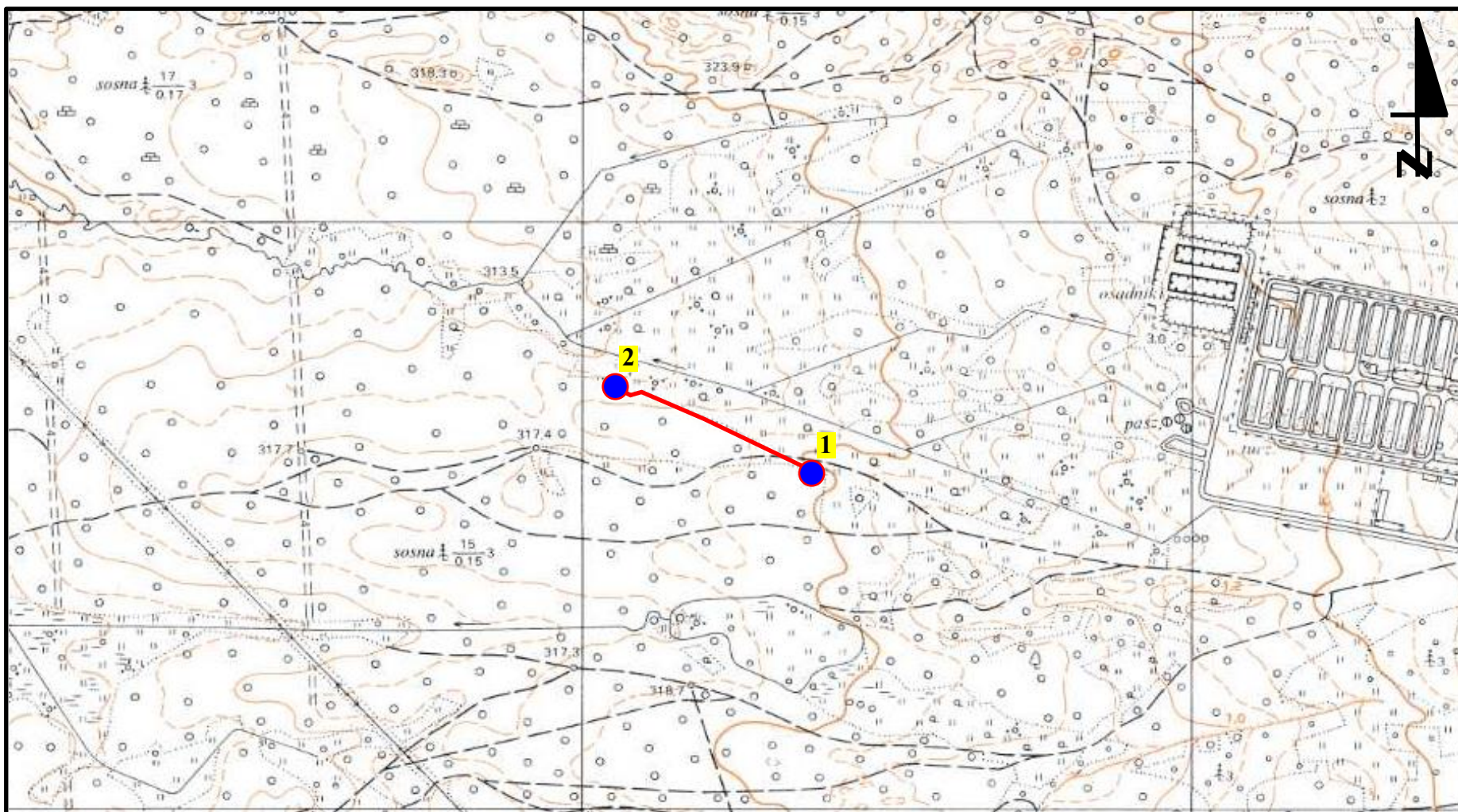
obszar przeprowadzonych prac





Obiekt: Przebudowa drogi leśnej nr 0709 w Leśnictwie Rudniki	ZAŁ:1.2a
Nazwa rysunku: Wycinek Mapy Geologicznej Polski, arkusz Kraków	Data: I-2019
	Skala: 1:200 000
	Opracował: K. Głowacka

Załącznik 1.2b Objaśnienia do Mapy Geologicznej Polski, Arkusz Kraków





1
 otwór badawczy
 lokalizacja inwestycji



Obiekt:
 Przebudowa drogi leśnej nr 0709
 w Leśnictwie Rudniki

ZAŁ:2

Data:
 I-2019

Nazwa rysunku:
 Mapa dokumentacyjna z lokalizacją
 otworów badawczych

Skala:
 1:10 000

Opracował:
 K. Głowacka



KARTA OTWORU BADAWCZEGO

Zał.Nr: 3.1

Profil numer 1

Wiertnica: WHO

Miejscowo : Włodowice
Gmina: Włodowice
Powiat: zawiercia ski
Województwo: I skie

Obiekt: Droga le na
Zleceniodawca: Curcus Projekt
Wiercenie: Geologika s.c
Dozór geol.: D. Jakubowski

System wiercenia: Mechaniczno-obrotowy

Rz dna: 0.00 m n.p.m. Gł boko : 2.00 m

Skala 1 : 10 Data wiercenia: 2018-12-19

Wiercenie	Gł boko zwierciadła wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Wilgotno	Stan gruntu	Warstwa geotechniczna
			[m]							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		CZWARTORZ D				piasek redni z domieszk humusu ciemnobr zowy	Ps+H			
					0.30	piasek redni jasnoszary	Ps	mw		Ila
			1.0		1.00	piasek drobny ciemnobr zowy	Pd	w	szg	Ilc
					1.60	piasek drobny br zowy		nw		
			2.0		2.00					





KARTA OTWORU BADAWCZEGO

Zał.Nr: 3.2

Profil numer 2

Wiertnica: WHO

Miejscowo : Włodowice
Gmina: Włodowice
Powiat: zawiercia ski
Województwo: I skie

Obiekt: Droga le na
Zleceniodawca: Curcus Projekt
Wiercenie: Geologika s.c
Dozór geol.: D. Jakubowski

System wiercenia: Mechaniczno-obrotowy

Rz dna: 0.00 m n.p.m. Gł boko : 2.00 m

Skala 1 : 10 Data wiercenia: 2018-12-19

Wiercenie	Gł boko zwierciadła wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Wilgotno	Stan gruntu	Warstwa geotechniczna
			[m]							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
						namuł ciemnoszary	Nm			I
					0.10	piasek redni ciemnobr zowy		mw		IIa
	▼ 0.50	▽			0.50	piasek redni br zowy				
		CZWARTORZ D q					Ps		szg	
			1.0					w		IIb
			2.0		2.00					

Rysunek wykonano programem "GeoStar"



WYNIKI BADAŃ SONDĄ DYNAMICZNĄ

Zał.Nr: 4.1

Profil numer 1

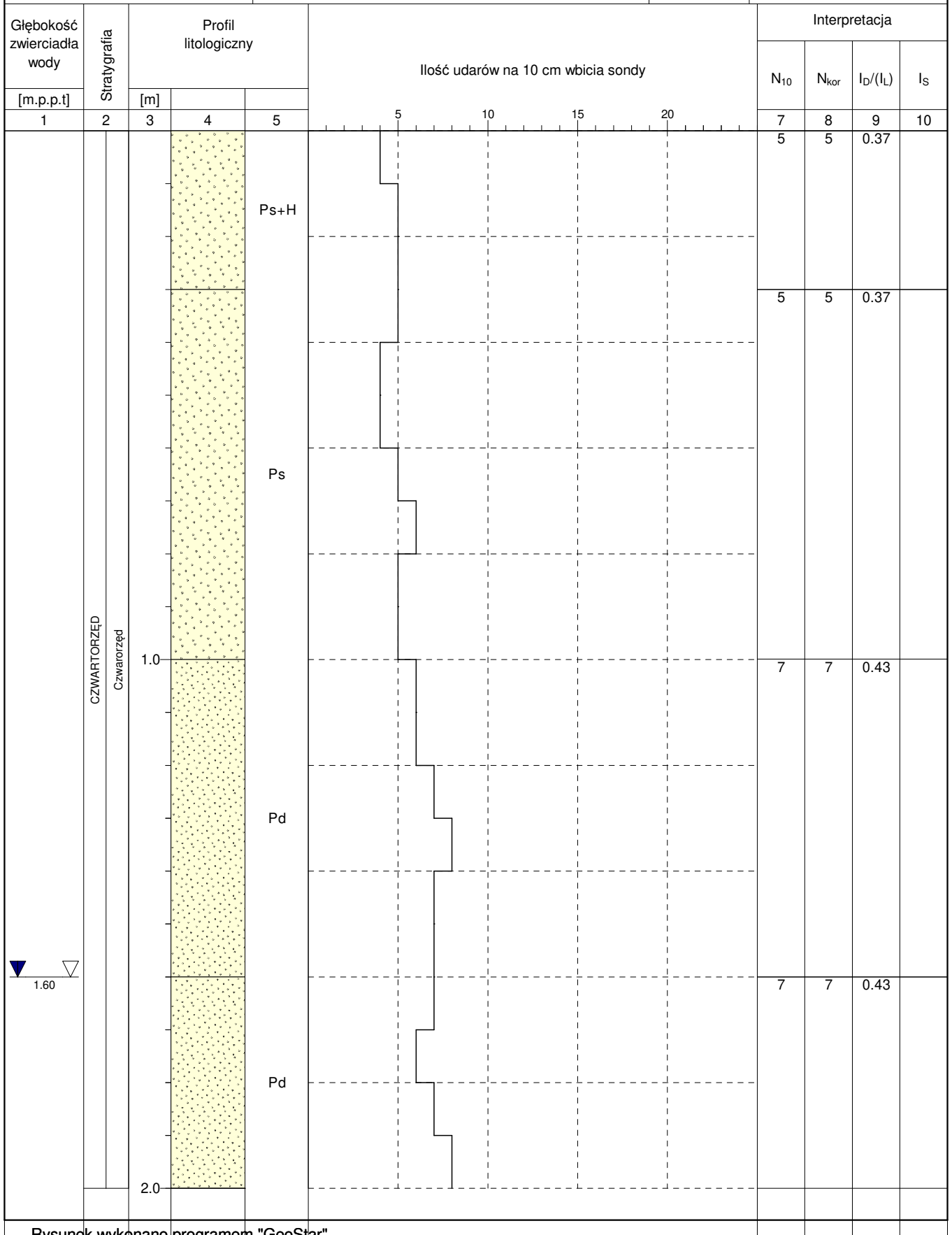
Miejscowość: Włodowice
 Gmina: Włodowice
 Powiat: zawierciański
 Województwo: śląskie

Obiekt: Droga leśna
 Inwestor: Curcus Projekt
 Wiercenie: Geologika s.c

Rzędna: 0.00 m n.p.m.

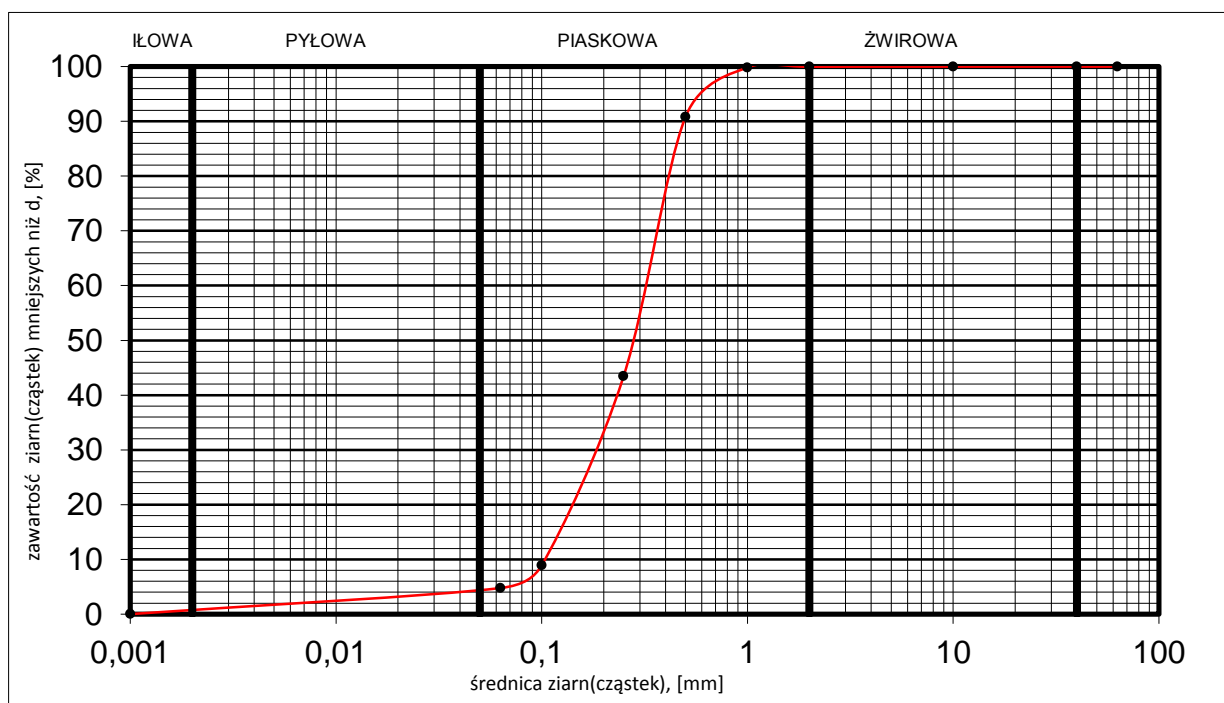
Skala 1 : 10

Data wiercenia: 2018-12-19



Obiekt: Przebudowa drogi leśnej nr 0709 w leśnictwie Rudniki

 Nr otworu: 2
 Głębokość: 1,5 [m ppt]
 Data badania: gru-18
 Numer warstwy: IIb

 nazwa gruntu
Piasek średni
WYKRES KRZYWEJ UZIARNIENIA


ZESTAWIENIE POSZCZEGÓLNYCH FRAKCJI				
żwirowa i kamienista	piaskowa			pyłowa i iłowa
d>2mm	2mm≥d>0,05mm			d≤0,05mm
0,0	piasek grubo 2<d>0,5	piasek średni 0,5<=d>0,25	piasek drobny 0,25<=d>0,05	4,8
	9,2	47,4	38,7	

średnice miarodajne	d ₁₀	d ₂₀	d ₃₀	d ₄₀	d ₅₀	d ₆₀	d ₇₀
	0,10	0,14	0,19	0,22	0,28	0,31	0,37

 wskaźnik uziarnienia gruntu $U=d_{60}/d_{10}=\mathbf{3,11}$

 wskaźnik krzywizny uziarnienia $C=(d_{30}^2)/(d_{10}*d_{60})=\mathbf{1,16}$

 współczynnik filtracji $k=0,36*d_{20}^{2,3}=\mathbf{0,004}$ cm/s

 Badanie opracował
mgr inż. Katarzyna Głowacka

Tabela 6. Charakterystyczne parametry geotechniczne

Numer warsty geotechnicznej	Starty grafia	Rodzaj gruntów		Symbol konsolidacji wg PN-81/B-03020	Stopień zagęszczenia ID(n)	Stopień plastyczności IL(n)	Wilgotność W _n	Gęstość objętościowa r(n) [g/cm ³]	Spójność cu(n)[kPa]	Kąt tarcia wewnętrzznego φu(n)[o]	Moduł odkształcenia pierwotnego Eo(n)[kPa]	Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej Mo(n)[kPa]
I	czwartorzęd	Nm	Namuł	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IIa		Ps+H; Ps	Piasek średni z domieszką humusu; Piasek średni	-	0,37	-	mw w	1,70 1,85	-	32,2	63 370	75 160
IIb		Ps	Piasek średni	-	0,46	-	nw	1,85	-	32,7	74 500	88 270
IIc		Pd	Piasek drobny	-	0,43	-	nw	1,90	-	30,1	40 520	67 830