

**BARG-ARTGEO**  
Spółka z o.o.  
ul. Chmielewskiego 13  
70-028 Szczecin  
NIP 955-236-30-76  
REGON 360230882, KRS 0000534180

**O P I N I A**  
**geotechniczna dotycząca podłoża mostu w ciągu**  
**drogi wojewódzkiej nr 133 w Kamienniku,**  
**gm. Drawsko, pow. Czarnkowsko – Trzcianecki,**  
**woj. wielkopolskie**

Opracował:

**BARG-ARTGEO Sp. z o.o.**

*mgr Marek Ober*

**CZŁONEK ZARZĄDU**


uprawnienia geologiczne nr 070947

Współudział:

**BARG-ARTGEO Sp. z o.o.**

*mgr inż. Abraham Wojciechowski*  
**GEOTECHNIK**

**BARG-ARTGEO Sp. z o.o.**

  
**mgr Mateusz Knapski**  
inż. ds. geologii

**BARG-ARTGEO Sp. z o.o.**

*Mateusz Rosa*  
**GEOLOG**

**Szczecin, grudzień 2017 r.**

## **Spis treści**

### **T e k s t**

- I. Wstęp
- II. Położenie i morfologia terenu badań
- III. Opis budowy geologicznej
- IV. Charakterystyka warunków wodnych
- V. Ocena technicznych właściwości podłoża
- VI. Wnioski

### **Załączniki**

- 1. Plan orientacyjny
- 2. Mapa dokumentacyjna w skali 1:250
- 3. Objaśnienie symboli i znaków użytych na przekrojach
- 4. Przekroje geotechniczne I – IV w skali 1:100/100
- 5 - 8. Karty otworów (4 ark.)
- 9 - 10. Wyniki sondowań DPL (2 ark.)
- 11. Wyniki sondowań DPH
- 12 – 13. Wyniki sondowań FVT (2 ark.)

## **I. Wstęp**

Celem niniejszej opinii jest ustalenie geotechnicznych warunków gruntowo – wodnych w podłożu istniejącego mostu na rzece Miała w ciągu drogi wojewódzkiej nr 133 w Kamienniku. Opinia ma służyć do projektu przebudowy mostu.

W ramach prac polowych w dniu 2017.02.11.23 wykonano po dwa otwory po obu stronach dojazdu do obiektu – łącznie 4 otwory (wiercenia mechaniczne obrotowe świdrem ślimakowym przelotowym) do głębokości 15.0 m p.p.t. (łącznie 60.0 mb), 4 sondowania mechaniczną sondą udarową DPL (wg PN-EN 1997-2 i EN ISO 22476-2) do głębokości 1.0 – 5.0 (13.7 mb), 3 sondowania mechaniczną sondą udarową DPH (wg ww. norm) do głębokości 5.0 – 11.5 m p.p.t. (3.0 mb); oraz 4 sondowania sondą krzyżakową FVT do głębokości 3.5 – 5.5 m p.p.t. (5.5 mb). Punkty otworów wytyczono w nawiązaniu do szczegółów terenowych i sąsiedniej zabudowy, otwory zaniwelowano do pokryw studzienek wodociągowych w sąsiedztwie mostu, których rzędne podane zostały na zaktualizowanej mapie w skali 1:250.

Prace kameralne objęły interpretację wyników wierceń, sondowań, wyników badań makroskopowych, obliczenia geotechniczne, oraz opracowanie załączników i tekstu opinii. Opinię niniejszą wykonano w 4 egzemplarzach.

## **II. Położenie i morfologia terenu badań**

Most o długości ok. 13.0 m nad rzeką Miała w ciągu drogi wojewódzkiej drogi nr 133, położony jest w środkowej części obszaru wsi Kamiennik, gm. Drawsko, pow. Czarnkowsko – Trzcianecki, woj. wielkopolskie. Most przekracza rzekę Miała w kierunku NNW – SSE.

Pod względem geomorfologicznym badany teren znajduje się w obrębie rozległej równiny sandrowej o niewielkich deniwelacjach, lokalnie porozcinana dość regularnymi podłużnymi i poprzecznymi rynnami erozyjnymi. Równina ograniczona jest od północy doliną Noteci, a od południa polem wydmy Puszcy Noteckiej. Most w Kamienniku znajduje się w dnie niewielkiej doliny rzeki Miała, która na wschód od mostu tworzy rozległy zbiornik o pow. Ok 18 tys. m<sup>2</sup>.

Rzędne wykonanych otworów wynoszą 37.46 – 37.59 m n.p.m., deniwelacja wynosi zaledwie 0.13 m

## **III. Opis budowy geologicznej**

Na podstawie wykonanych wyrobisk, oraz analizy materiałów kartograficznych stwierdzono, że podłoże badanego terenu budują osady wieku

czwartorzędowego, wykształcone jako plejstoceny utwory zwałowe, późnoplejstoceny utwory rzeczne, oraz holoceny utwory bagienne.

Plejstoceny utwory zwałowe, budujące najgłębsze partie objętej badaniami strefy, poniżej 2.8 – 4.9 m p.p.t. (nie przewiercono ich do 15.0 m p.p.t.), niemal w całości wykształcone są jako grunty spoiste – wyłącznie jako piaski gliniaste (clsiSa wg PN-EN 1997-2). Tylko lokalnie w profilach otworów nr 1, 3 i 4 w obrębie zwałowych piasków gliniastych zalegają niewielkiej miąższości (0.4 – 0.9 m) warstwy zwałowych piasków drobnych (FSa wg PN-EN 1997-2).

Plejstoceny utwory rzeczne, budują stropowe partie rodzimych gruntów mineralnych w objętej badaniami strefie zalegając poniżej 1.6 – 3.3 m p.p.t., a ich spąg zalega na głębokości 2.8 – 4.9 m p.p.t. Utwory rzeczne są niemal w całości wykształcone są jako grunty niespoiste reprezentowane przez piaski drobne (FSa wg PN-EN 1997-2). Jedynie w otworze nr 3 zalega cienka (0.6 m) warstwa spoistych utworów rzecznych wykształconych jako gliny piaszczyste (saCl wg PN-EN 1997-2).

Holoceny utwory bagienne budują naj płytsze partie rodzimego podłoża w profilu otworu nr 4, gdzie ich strop zalega na głębokości 2.7 m p.p.t., a ich miąższość wynosi 0.6 m. Utwory bagienne to torfy turzycowe [Or(T) wg PN-EN 1997-2) o średnim stopniu rozkładu.

Na stropie gruntów rodzimych leżą nasypy niekontrolowane (Mg wg PN-EN 1997-2) o miąższości 1.6 – 2.7 m. Z uwagi na niejednorodny skład tych nasypów, w których obrębie natrafiono także na grunty spoiste i organiczne, grunty te uznać należy za nasypy niekontrolowane. W profilach otworów nr 1,2 i 4 przeważającą część nasypów budują piaski drobne [Mg(FSa)]. W profilu otworu nr 3 głębsze partie nasypów budują nasypowe namuły organiczne [Mg(Or(Nm))] i humus piaszczysty. Wierzchnie partie badanych profili buduje warstwa nawierzchni drogowej, która została przewiercona wiertnicą z koronką do uzyskania rdzenia.

Całość rzecznych i nasypowych piasków to grunty o niskim współczynniku jednorodności uziarnienia  $C_U < 3.0$ . Norma PN-EN 1997-2 określa grunty niespoiste o  $C_U < 6.0$  jako „grunty źle uziarnione”.

#### **IV. Charakterystyka warunków wodnych**

W podłożu dojazdów do mostu na rzece Miała woda gruntowa tworzy ciągły poziom.

We wszystkich wykonanych otworach stwierdzono występowanie wody gruntowej o zwierciadle swobodnym, stabilizującym się na głębokości 1.0 – 1.2 m p.p.t.; tj. na rzędnej 36.39 – 36.50 m n.p.m. Ponadto w rejonie otworów nr 1, 3 i 4

stwierdzono występowanie wody gruntowej o zwierciadle napiętym na głębokości 3.3 – 4.2 m p.p.t. i stabilizującym się na tej samej głębokości jak zwierciadło swobodne, oraz w rejonie otworów nr 3 i 4 stwierdzono występowanie napiętego zwierciadła wody gruntowej w warstwie piasków na głębokości 9.6 – 10.6 m p.p.t. tj. na rzędnych 26.90 – 27.86 m n.p.m. Zwierciadła tego nie ustabilizowano ze względu na technikę wierceń (brak rur osłonowych).

Woda gruntowa zasilana jest przez infiltrację wód opadowych, przy czym pozostaje ona w bezpośrednim kontakcie hydraulicznym z wodami rzeki Miałą. W dniu prowadzenia wierceń rzędna rzeki Miałą w obrębie mostu wynosiła 36.54 m n.p.m. – rzeka drenowana była przez wody gruntowe w bezpośrednim sąsiedztwie koryta. Podczas wezbrań jej wód sytuacja ta ulega odwróceniu.

Rzeczne i nasypowe piaski w podłożu mostu to grunty o zmiennej wodoprzepuszczalności, należy przyjąć dla nich następujące wartości współczynnika filtracji:

- dla rzecznych piasków drobnych (FSa)  $k = 7.0 \text{ m/d}$
- dla nasypowych piasków drobnych (orFSa)  $k = 2.0 \text{ m/d}$

Bagienne i nasypowe grunty organiczne, oraz nasypowe gliny, są gruntami słabo przepuszczalnymi, o współczynniku filtracji  $k < 0.01 \text{ m/d}$ .

## **V. Ocena technicznych właściwości podłoża**

W obrębie rodzimych gruntów mineralnych, budujących podłoże mostu, wydzielono pięć warstw geotechnicznych:

**WARSTWA I** to rzeczne piaski drobne (FSa wg PN-EN 1997-2), nawodnione, luźne o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D = 25\%$ . Są to grunty o obniżonej nośności, budują cały profil rzecznych piasków w profilach otworów nr 2 – 4, gdzie ich strop zalega na głębokości 1.6 – 3.3 m p.p.t., oraz stropowe partie rzecznych piasków w profilu otworu nr 1 na głębokości 1.6 m p.p.t; miąższość piasków warstwy I wynosi 1.0 – 1.6 m (najwięcej w otworze nr 4).

**WARSTWA II** to rzeczne piaski drobne (FSa), nawodnione, średniozagęszczone, o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D = 37\%$ . Są to grunty nośne, występują tylko w otworze nr 1 budując spagowe partie utworów rzecznych do głębokości 3.2 m p.p.t., ich miąższość wynosi 0.6 m.

**WARSTWA III** to zwałowe piaski drobne (FSa wg PN-EN 1997-2), nawodnione, zagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D = 67\%$ . Są to grunty nośne, budują głębsze partie objętej badaniami strefy stanowiąc przewarstwienia w obrębie dominujących piasków gliniastych warstwy VI. Piaski warstwy III występują w otworach nr 1, 3 i 4 gdzie ich strop zalega na głębokości od 4.2 m p.p.t w otworze nr do głębokości 10.6 m p.p.t. w

otworze nr 4. Miąższość zwałowych piasków warstwy III wynosi 0.4 – 0.9 m.

**WARSTWA IV** to rzeczne gliny piaszczyste (saCl wg PN-EN 1997-2), wilgotne, plastyczne o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji  $I_C = 0.52$ . Są to grunty o obniżonej nośności, budują najpłytsze partie utworów rzecznych w profilu otworu nr 3; ich strop zalega na głębokości 2.7 m p.p.t., a miąższość wynosi 0.6 m.

**WARSTWA V** to zwałowe piaski gliniaste (clsiSa wg PN-EN 1997-2), wilgotne, twardoplastyczne o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji  $I_C = 0.84$ . Są to grunty nośne, budują najpłytsze partie utworów zwałowych do głębokości 3.8 – 5.4 m p.p.t., a ich miąższość wynosi 0.5 – 1.0 m (najwięcej w otworze nr 2).

**WARSTWA VI** to zwałowe piaski gliniaste (clsiSa wg PN-EN 1997-2), wilgotne, półzwarte o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji  $I_C = 1.00$ . Są to grunty nośne, budują przeważającą część objętego badaniami podłoża zalegając poniżej 3.8 – 5.4 m p.p.t. W rejonie otworów nr 3 i 4 piaski gliniaste warstwy VI zalegają w dwóch strefach rozdzielonych cienką (0.9 m) warstwą piasków warstwy III. Piasków gliniastych nie przewiercono do głębokości 15.0 m p.p.t.

Ponadto w obrębie nasypów niekontrolowanych wydzielono jako kolejne warstwy ich partie o złożone w przewodzie z gruntów mineralnych. Pozostałe nasypy oznaczono na przekroju symbolem „Mg”.

**Warstwa Mg1** to nasypowe piaski drobne [Mg(FSa)] z domieszkami, nawodnione, luźne o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D = 24\%$ . Są to grunty o obniżonej nośności, głębsze partie nasypów o miąższości 1.2 m w otworze nr 4.

**Warstwa Mg2** to nasypowe piaski drobne [Mg(FSa)] z domieszkami, wilgotne i nawodnione, średniozagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D = 35\%$ . Są to grunty nośne, budują znaczne partie nasypów o miąższości 0.9 – 1.6 m.

Powyższy podział geotechniczny nie objął bagiennych torfów [Or(T) wg PN-EN 1997-2], zalegających na rzecznych piaskach w otworze nr 4 o miąższości 0.6 m.

Rozprzestrzenienie i sposób zalegania warstw ilustrują załączone przekroje geotechniczne w skali 1:100/100 (załącznik 4).

Wartości obliczeniowe stopnia zagęszczenia piasków obliczono z wyników sondowań DPL i DPH, stosując podaną w PN-EN 1997-2, załącznik G, pkt G.1 interpretację dla gruntu źle uziarnionego powyżej i poniżej zwierciadła wody

gruntowej.

Wartości obliczeniowe stopnia plastyczności gruntów spoistych wyprowadzono z wartości wytrzymałości gruntu na ścinanie bez odpływu wody, obliczonej na podstawie ścinań FVT.

Wartości pozostałych zestawionych w poniższych tabelach parametrów geotechnicznych gruntów wyprowadzono na podstawie doświadczenia porównywalnego w rozumieniu PN-EN 1997-2 (metoda B w korelacji z wartościami  $I_D$  i  $I_L$  wg PN-81/B-03020 przy uwzględnieniu symbolu konsolidacji „C” dla warstwy IV, oraz symbolu „B” dla warstw V i VI).

Nazwa parametru	W-wa I	W-wa II	W-wa III
Rodzaj gruntu	FSa	FSa	FSa
Stopień zagęszczenia $I_D$	<b>25%</b>	<b>37%</b>	<b>67%</b>
Wilgotność naturalna $W_n$ (%) dla gruntu nawodnionego	28	24	22
Gęstość objętościowa $\rho$ ( $t \cdot m^{-3}$ ) dla gruntu nawodnionego	1.85	1.90	2.00
Kąt tarcia wewnętrznego $\phi$ (°)	29.10	29.79	31.26
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej $M_0$ (kPa)	38957	48785	84461
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu $E_0$ (kPa)	28932	36412	62770
Współczynnik nośności $N_D$	16.83	17.99	21.29
Współczynnik nośności $N_B$	6.64	7.30	9.25

Nazwa parametru	W-wa IV	W-wa V	W-wa VI
Rodzaj gruntu	saCl	clsiSa	clsiSa
Wskaźnik konsystencji $I_C$	<b>0.52</b>	<b>0.84</b>	<b>1.00</b>
Wilgotność naturalna $w_n$ (%) dla gruntu: - wilgotnego - mało wilgotnego	17 -	13 -	- 10
Gęstość objętościowa $\rho$ ( $t \cdot m^{-3}$ ) dla gruntu: - wilgotnego - mało wilgotnego	2.10 -	2.15 -	- 2.20
Kąt tarcia wewnętrznego $\phi$ (°)	11.01	19.31	19.80
Spójność $c_u$ (kPa)	9.82	33.69	36.00
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej $M_0$ (kPa)	17812	42615	59191
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu $E_0$ (kPa)	12468	32387	44986

Współczynnik nośności $N_D$	2.63	5.99	6.28
Współczynnik nośności $N_B$	0.24	1.31	1.42
Współczynnik nośności $N_C$	8.42	14.21	14.65

## **VI. WNIOSKI**

1. W podłożu mostu nad rzeką Miała w Kamienniku występują zwałowe piaski gliniaste (clsiSa) przykryte rzecznyymi piaski drobnymi (FSa), glinami piaszczystymi (saCl), lokalnie warstwą bagiennych torfów [Or(T)] oraz piaszczysto – gliniasto – organicznymi nasypami niekontrolowanymi (Mg). Miąższość nasypów wynosi 1.6 – 2.7 m; miąższość warstwy gruntów organicznych 0.6 m. Głębokość do stropu w pełni nośnych piasków gliniastych wynosi 2.8 – 4.6 m p.p.t.

2. Woda gruntowa występuje w dwóch strefach. Woda strefy górnej w nasypach stabilizującym się na głębokości 1.0 – 1.2 m p.p.t.; tj. na rzędnej 36.39 – 36.50 m n.p.m. Ponadto w rejonie otworów nr 1, 3 i 4 stwierdzono występowanie wody gruntowej o zwierciadle napiętym na głębokości 3.3 – 4.2 m p.p.t. i stabilizującym się na tej samej głębokości jak zwierciadło swobodne, oraz w rejonie otworów nr 3 i 4 stwierdzono występowanie napiętego zwierciadła wody gruntowej w warstwie piasków na głębokości 9.6 – 10.6 m p.p.t. tj. na rzędnych 26.90 – 27.86 m n.p.m. Zwierciadła tego nie ustabilizowano ze względu na technikę wierceń (brak rur osłonowych).

Woda gruntowa zasilana jest przez infiltrację wód opadowych, przy czym pozostaje ona w bezpośrednim kontakcie hydraulicznym z wodami rzeki Miała. W dniu prowadzenia wierceń rzędna rzeki Miała w obrębie mostu wynosiła 36.54 m n.p.m. – rzeka drenowana była przez wody gruntowe w bezpośrednim sąsiedztwie koryta. Podczas wezbrań jej wód sytuacja ta ulega odwróceniu.

Wobec powyższego warunki wodne nie są w pełni korzystne. Wszelkie prace związane z posadowieniem nowych przyczółków mostu będą wymagały obniżenia zwierciadła wody gruntowej, co może utrudniać sąsiednia zabudowa.

3. Warunki gruntowe w badanym podłożu także nie są w pełni korzystne. Do głębokości 2.6 – 4.9 m p.p.t. zalegają grunty o obniżonej nośności – luźne piaski warstwy I, plastyczne gliny warstwy IV, oraz lokalnie w otworze nr 4 bagienne torfy. Strop w pełni nośnych gruntów rodzimych zalega na głębokości od 2.6 m p.p.t. w otworze nr 1 do głębokości 4.9 m p.p.t. w otworze nr 4.

Wartości jednostkowego granicznego oporu gruntów dla pali wg PN-83/B-02482 wynoszą:



Nazwa warstwy	W-wa I	W-wa II	W-wa III
Rodzaj gruntu	FSa	FSa	FSa
Stopień zagęszczenia $I_D$	25%	37%	67%
Wskaźnik konsystencji $I_C$	-	-	-
Jednostkowy opór graniczny gruntu pod podstawą pala, $q$ (kPa)	-	1774	2700
Jednostkowy opór graniczny gruntu wzdłuż pobocznicy pala, $t$ (kPa)	25	35	62

Nazwa warstwy	W-wa IV	W-wa V	W-wa VI
Rodzaj gruntu	saCl	clsiSa	clsiSa
Stopień zagęszczenia $I_D$	-	-	-
Wskaźnik konsystencji $I_C$	0.52	0.84	1.00
Jednostkowy opór graniczny gruntu pod podstawą pala, $q$ (kPa)	-	1598	1950
Jednostkowy opór graniczny gruntu wzdłuż pobocznicy pala, $t$ (kPa)	26	44	50

Bagienne torfy i namuły organiczne są skonsolidowane w tak niewielkim stopniu, że mogą przy wzroście obciążenia wywierać tarcie ujemne na pobocznicę pali.

4. Warunki gruntowe panujące w badanym podłożu z uwagi na płytko występującą wodę gruntową, oraz zaleganie gruntów organicznych należy uznać za złożone.

5. Powyższe wnioski należy rozpatrywać łącznie z normą PN-EN 1997-2.

Opracował:

*mgr Marek Ober*  
uprawnienia geologiczne nr 070947

71-280 Szczecin, Mickiewicza 109/1